NAT
5124

HARVARD UNIVERSITY.

LIBRARY

OF THE

MUSEUM OF COMPARATIVE ZOÖLOGY.

4,972

Exchange

July 7, 1902 - May 30, 1904.

MAY 30 1904

VERHANDLUNGEN

DES

NATURHISTORISCH-MEDIZINISCHEN VEREINS

ZU

HEIDELBERG.

NEUE FOLGE.

SIEBENTER BAND.

MIT 32 ABBILDUNGEN IM TEXT UND 16 TAFELN.

HEIDELBERG.
CARL WINTER'S UNIVERSITÄTSBUCHHANDLUNG.
1902—1904.

Alle Rechte, besonders das Recht der Übersetzung in fremde Sprachen, werden vorbehalten.

Inhalt.

Seite

Vereinsnachrichten 1900/1902 I
» 1902/1904 XI
Verzeichnis der vom 11. April 1901 bis 10. April 1902 eingegangenen Druckschriften IV
Verzeichnis der vom 11. April 1902 bis 1. April 1904 eingegangenen Druckschriften XIV
Mitgliederverzeichnis. Stand vom 10. April 1904 XXII

Bredig, G., und **J. Weinmayr**, Eine periodische Kontaktkatalyse . . . 405
Bütschli, O., Untersuchungen über Amylose und amyloseartige Körper . 419
— Notiz über die sogenannte Florideenstärke 519
— Beobachtungen über eigentümliche Sprungsysteme von großer geometrischer Regelmäßigkeit 653
Glück, Hugo, Die Stipulargebilde der Monokotyledonen. Mit Tafel I—V 1
Herbst, Curt, Vorläufige Übersicht über die Rolle der zur Entwickelung der Seeigellarven notwendigen anorganischen Stoffe 367
Lauterborn, R., Der Formenkreis von Anuraea cochlearis. 2. Teil: Die cyklische oder temporale Variation von Anuraea cochlearis . . . 529
Neu, Max, Experimentelle und klinische Blutdruckuntersuchungen mit Gärtners Tonometer. Mit Tafel VIII—XIV 211
Quincke, G., Über die Klärung trüber Lösungen 97
Salomon, Wilhelm, und **Nowomejsky, M.**, Die Lagerungsform des Amphibolperidotites und Diorites von Schriesheim im Odenwald. Mit Tafel XV—XVI 433
Schoetensack, Otto, Die Bedeutung Australiens für die Heranbildung des Menschen aus einer niederen Form 105
Schröder, Bruno, Untersuchungen über Gallertbildungen der Algen. Mit Tafel VI—VII 139

Seite

Schuberg, A., Über Zellverbindungen. Vorläufiger Bericht I. 395

— Über einen in den Muskelzellen von Nephelis schmarotzenden neuen Nematoden, Myenchus bothryophorus n. g. n. sp. Vorläufige Mitteilung 629

Weber, R. H., Kraftlinienwanderung als Grundhypothese für die Maxwell-Hertz'sche Theorie 623

Wilser, Ludwig, Vorgeschichtliche Chirurgie 191

Band VII wurde ausgegeben in 5 Heften:

Heft 1 pag. I—X; 1—138; Taf. I—V; am 2. Mai 1902.
» 2 » 139—365; Taf. VI—XIV; am 30. Sept. 1903.
» 3/4 » 367—632; Ende Febr. 1904.
» 5 » XI—XXIV; 633—703; Anfang Mai 1904.

Vereinsnachrichten.

Nov. 1900 bis April 1902.

Im Vereinsjahr 1900/1901 wurden in den Gesamtsitzungen folgende Vorträge gehalten:

2. Nov. 1900. G. Quincke. Über Radiumstrahlen.
„ „ G. Tischler. Über Kernverschmelzung und Zellbildung im Endosperm von Corydalis.
7. Dez. „ A. Kalähne. Neue Meßinstrumente des elektrischen Stromes.
„ „ „ Elektrische Öfen und Messungen hoher Temperaturen bis 1200°.
„ „ Precht. Demonstration von Radium-, Thor- und Cer-Strahlen.
11. Jan. 1901. H. Glück. Über Winterknospen bei Wasserpflanzen.
„ „ R. Stollé. Über Salpeter-Gewinnung.
1. Febr. „ M. Dittrich. Über die chemischen Beziehungen zwischen den Quellwassern und ihren Ursprungsgesteinen.
„ „ L. Wilser. Geschichte und Bedeutung der Schädelmessung.
„ „ O. Bütschli. Sprungfiguren in lacküberzogenen Gelatineplatten (Demonstration).
1. März „ A. Bernthsen. Die Gewinnung des synthetischen Indigo und zugehörige Hilfsfabrikationen.
„ „ V. Goldschmidt. Über Ätzfiguren und Lösungskörper.
3. Mai „ Th. Curtius. Max v. Pettenkofer als Chemiker und Dichter.
„ „ V. Goldschmidt. Über glasige Meteoriten.

7. Juni 1901. W. Salomon. Über eine Grabenversenkung bei Eberbach im Odenwald.
„ „ F. Pockels. Über den Einfluß der Gebirge auf Wolkenbildung und atmosphärische Niederschläge.
5. Juli „ R. Weber. Erscheinungen bei elektrischen Spitzenentladungen.
„ „ G. Quincke. Über Klärung trüber Lösungen.
2. Aug. „ H. Glück. Utricularia ochroleuca, eine für Baden neue Blütenpflanze.
„ „ F. Kraft. Über Siedepunktsregelmäßigkeiten im luftleeren Raume.

Im Vereinsjahre 1901/1902 wurden während des Winters in den Gesamtsitzungen folgende Vorträge gehalten:

8. Nov. 1901. A. Kossel. Über die chemische Zusammensetzung der Eiweißkörper.
„ „ M. Dittrich. Chemisch-geologische Untersuchungen über „Absorptions-Erscheinungen" bei zersetzten Gesteinen.
6. Dez. „ H. Klaatsch. Der neueste Fund fossiler Menschenknochen in Kroatien und seine Bedeutung für das Problem des Neander-Thal-Menschen.
10. Jan. 1902. G. Tischler. Über die Riesenzellen gewisser Wurzelgallen.
„ „ G. Quincke. Über japanische Spiegel.
„ „ „ Über neue Strahlen von Elster und Geitel.
„ „ H. Glück. Eine fossile Fichte aus dem Neckarthal.
7. Febr. „ Bredig. Ein Vorlesungsversuch.
„ „ V. Goldschmidt. Über Harmonie und Komplikation.

Die Sitzungen fanden, wie bisher, im Zoologischen Institut statt, mit Ausnahme der Sitzungen vom 2. Nov. und 7. Dez. 1900 sowie 5. Juli 1901, welche im Physikalischen, und der vom 8. Nov. 1901, welche im Physiologischen Institut abgehalten wurden.

Das Amt des Vorstandes bekleideten im Vereinsjahr 1900/1901: Geh. Rat Quincke als Vorsitzender, Prof. Schuberg als Schriftführer, Buchhändler Köster als Rechner. Seit Beginn des Vereinsjahres 1901/1902 gehören dem Vorstande an: Prof. Kossel als Vorsitzender, Prof. Schuberg als Schriftführer, Buchhändler Köster als Rechner.

In der Gesamtsitzung vom 7. Febr. 1902 wurde Herr Geh. Rat Kussmaul Exc. in Heidelberg, der dem Verein seit dessen Gründung als ordentliches Mitglied und später als korrespondierendes Mitglied angehörte, auf Antrag der medizinischen Sektion anläßlich seines 80. Geburtstages einstimmig zum Ehrenmitglied ernannt.

Im Vereinsjahre 1900/1901 wurden neu aufgenommen als ordentliche Mitglieder die Herren: Prof. Barthels, Dr. Driesch, Dr. Eckardt, Dr. Fischler, Dr. Gaupp, Dr. Giercke, Dr. Herbst, Prof. Hettner, Dr. Jakoby, Prof. Kossel, Dr. Mohr, Dr. Pagenstecher, Prof. Pockels, Dr. Stein, Dr. Stephani, Dr. Weber, Dr. Witkowsky; als außerordentliche Mitglieder die Herren cand. rer. nat. Goldschmidt und Schröder; im Vereinsjahr 1901/1902 als ordentliche Mitglieder die Herren: Dr. L. Arnsperger, Dr. Arndt, Dr. Bourwieg, Prof. Braus, Dr. Deetjen, Geh. Hofrat Dr. Fürbringer, Kommerzienrath Dr. Glaser, Dr. R. Goldschmidt, Dr. Holl, Dr. Kaufmann, Dr. Lobstein, Prof. Port, Dr. Preiswerck, Dr. Rothschild, Dr. Steudel, Stabsarzt Dr. Weichel, Dr. Weiss, Dr. F. Weiss; als außerordentliche Mitglieder die Herren cand. rer. nat. Löser und cand. med. Weigert.

Dem Verein gehören zur Zeit an: 1 Ehrenmitglied, 4 korrespondierende Mitglieder, 158 ordentl. Mitglieder und 5 außerordentl. Mitglieder.

Prof. **A. Schuberg**, Schriftführer.

Verzeichnis

der vom 11. April 1901 bis 10. April 1902 eingegangenen Druckschriften.

(Zugleich Empfangsbescheinigung.)

Aarau. — Aargauische Naturforsch. Gesellschaft. — Verhandlungen IX. 1901.

Acireale. — Accademia di scienze, lettere e arti. — Atti e Rendiconti, X. 1899/1900.

Amsterdam. — Kon. Akad. van Wetenschapp. — Versl. van de gewone Vergad. Wis.- en Nat. Afdeel. IX.

Baltimore. — John Hopkins Hospital. — Bulletin No. 111—114; 116—132. — — — Report VIII; No. 3—9. IX. X. No. 1—2.

Basel. — Naturforsch. Gesellsch. — Verhandlungen Bd. XIII. Heft 1—2. Bd. XIV; Namensverzeichnis und Sachregister zu Bd. 6—12; Rütimeyer, Gesammelte kleine Schriften, 2 Bde.

Bergen. — Bergens Museum. — Aarbog 1901. — Sars. Crustacea of Norway. Vol. IV. N. I—IV. — Meeresfauna von Bergen. Heft. I.

Berlin. — Botan. Verein d. Prov. Brandenburg. — Verhandl. Jahrg. 43

— Deutsche Geolog. Gesellschaft. — Zeitschr. d. d. geol. Gesellschaft LII. 4. LIII. 1—3.

— Gesellschaft naturforsch. Freunde. — Sitzungsberichte 1900.

— Medizinische Gesellschaft. — Verhandlungen Bd. XXXII. 1901.

— Kgl. preuß. Geolog. Landesanstalt und Bergakademie. — Jahrb. Bd. XX. 1899.

— Verein f. innere Medizin. — Verhandlungen Jahrg. XX. — General-Register zu Bd. I—XX

Bern. — Naturforsch. Gesellschaft. — Mitteilungen 1898; 1899; 1900.

— Schweizerische Naturforsch. Gesellsch. — Verhandlungen 82 (1899); 83 (1900)

Bonn. — Ärztlicher Ver. f. Rheinl, Westfalen und Lothringen. — Correspondenzbl. No. 68, 69.

— Naturhist. Ver. preuß. Rheinl., Westf. u. d Reg.-Bez. Osnabrück. — Verhndl. Jahrg. 57. Heft 2.

Bonn. — Niederrhein. Gesellsch. f. Natur- u. Heilkunde. — Sitzungsbericht 1900. Heft 2.

Bordeaux. — Société des Sciences Phys. et Natur. — Mémoires Sér. 5. T. V. Cahier 2.

— Commiss. météorol. de la Gironde. — Observat. pluriometr. etc. VI 1899. — V. 1900.

— Société des Sciences Phys. et Natur. — Procès-verbeaux 1899—1900.

Boston. — American Academy of Arts and Sciences. — Proceedings Vol. XXXVI. No. 16—29; Vol. XXXVII. No. 1—5.

Braunschweig. — Verein f. Naturwissenschaft. 12. Jahresber. 1899/1900. 1900—1901.

Bremen. — Naturwissenschaftl. Verein. — Abhandlungen Bd. XV, Hft. 3. Bd. XVII. Heft 1.

— Deutsches Meteorologisches Jahrbuch. Jahrg. XI. 1900.

Breslau. — Schlesische Gesellsch. für vaterl. Kultur. 78. Jahresber. 1900, mit Ergänzungsheft.

Brünn. — Naturforsch. Verein. — Verhndl. Bd. XXXVIII. 1899.

Bruxelles. — Acad. Roy. des Sc., des Lettres etc. de Belg. — Annuaire Année 66, 67.

— — — — Bulletins 1899; 1900.

— Société Entomologique de Belgique. — Mémoires VIII. 1901.

— Société Malacolique de Belgique. — Bulletins 1900. T. XXXV.

Budapest. — Kgl. Naturwiss. Gesellsch. — Math. u. Naturw. Berichte aus Ungarn. Bd. 14—16. — Héjas, Gewitter in Ungarn. — Aigner, Lepkészet Torénete Magyaroszágon.

Cambridge (Mass. U. S. A.). — Mus. Compar. Zool. Harvard Coll. — Annual Report 1900/1901.

— — — — Bullet. XXXVI 7—8; XXXVII 3; XXXVIII 1—6; XXXIX 1.

Catania. — Accad. Gioenia di scienze natur. — Bullettino delle sedute Fasc. LXVI—LXX.

Chapel Hill, N. C. — Elisa Mitchell Scientific Society. — Journal. XVII. 2.

Christiania. — Videnskabs-Selskabet. — Forhandlinger 1900.

— — — Nordhavs-Expedit. Zool. No. 28.

Chur. — Naturforsch. Gesellschaft Graubündens. — Jahresber. N. F. XLIV. 1900/1901.

Cordoba (Argent.). — Academia Nacion. de Ciencias. — Boletin T. XVI. Entr. 2—4.

Danzig. — Naturforsch. Gesellschaft. — Schriften N. F. Bd. 10. Hft. 2 3.

Darmstadt. — Verein f. Erdkunde. — Notizblatt IV. Folge. Heft 21.

— Verein hessischer Ärzte. — Jahresbericht 1901.

Dorpat. — Naturforsch. Gesellschaft. — Sitzungsberichte Bd. XII. Heft. 3.

Dresden. — Gesellschaft für Natur- und Heilkunde. — Jahresbericht 1900/01.

— Naturwiss. Gesellsch. Isis. — Sitzungsber. u. Abhandl. 1900, VII—XII; 1901, I—VI.

Dublin. — Royal Dublin Society. — Scientific Proceedings N. S. IX. 2—4.

— — — Economic Proceedings I. 2.

Dublin. — Royal Dublin Society. — Scientific Transactions II. Ser. Vol. VII. P. VIII—XIII.

Dürckheim a. d. Hardt. — Pollichia. Naturw. Ver. d. Rheinpfalz. Mitteilungen LVIII, No. 14—15.

Edinburgh. — Geological Society. — Transactions Vol. VIII. Part. I.

Emden. — Naturforsch. Gesellsch. — 85. Jahresbericht. 1899/1900.

Erlangen. — Physikal.-Medicin. Societät. — Sitzungsberichte Heft 32. 1900.

Firenze. — Biblioth. Nazion. Centr. — Bollett. delle Pubblic. ital. 1900, No. 358—360; 1901, No. 1—12; 1902, No. 13—15.

— Società botanica italiana. — Nuovo Giornale Bot. Ital. VIII. 3.

— Società entomologica italiana. — Bullettino XXXIII. Trim. I—II.

Frankfurt a. M. — Ärztl. Verein. — Jahresbericht üb. die Verwaltung des Medizinalwesens. XLIV.

— Tabellar. Übersicht betr. den Civilstand der Stadt Frankfurt a. M. 1900.

— Physikalischer Verein. — Jahresbericht. 1899/1900. — Klima von Frankfurt. Nachtrag.

— Senckenberg. Naturforsch. Gesellschaft. — Abhandlungen. Bd. 26. Heft 3.

— — — Jahresbericht 1901.

Frankfurt. a. O. — Naturwiss. Verein des Reg.-Bez. Frankfurt a. O. Helios. Bd. 18. 1901.

— — Societat. litterae XIV.

Freiburg i. B. — Naturforsch. Gesellschaft. — Berichte XI. 3.

Fulda. — Verein für Naturkunde. Bericht. 2. Ergänzungsheft.

Genève. — Institut National Genévois. — Mémoires. T. 18.

Genova. — R. Accademia medica. — Bollettino XV, 3. XVI. 1—4; 6—12 XVII. 1.

Göteborg. — Kongl. vetenskaps-och vitterhet-samhälles. — Handlinger 1898. Heft 3.

Göttingen. — Kgl. Gesellsch. d. Wissensch. — Nachrichten. Geschäftl. Mittlng. 1901. Hft. 1—2.

— — — Nachrichten. Math.-phys. Kl. 1901. Heft 1—3.

Granville (Ohio). — Denison University. — Bull. of the Scientific Laborat. Vol. XI. Part X.

Graz. — Naturwissensch. Verein f. Steiermark. — Mitteilungen. H. 37. 1900.

— Verein der Ärzte in Steiermark. — Mitteilungen Jahrg. 38, No. 6—12; Jahrg. 39. No. 1—4.

Greifswald. — Naturwissenschftl. Verein für Neuvorpommern und Rügen. Mitteilung. Jahrg. 32.

Groningen. — Natuurkundig Genootschap. — Verslag 1900 (n. Festschr.).

Güstrow. — Naturw. Verein in Mecklenburg. — Arch. der Freunde der Naturgeschichte in Mecklenburg. 54, II. 55, I.

Haarlem. Musée Teyler. — Archives Sér. II. Vol. VII. Part. 3—4.

— Société hollandaise des sciences. — Arch. Néerland. des Sc. exact. et nat Sér. II. T. IV. 2—5. — T. VI.

Halifax. — Nova Scotian Instit. of Science — Proceed. and Transact. X. 2.
Halle a. S. — Kais. Leop.-Car. Dtsch. Akad. d. Naturf. — Leopoldina XXXVII, 3—12; XXXVIII, 1—2.
— Verein f. Erdkunde. — Mitteilungen 1901.
— Naturwissenschaftl. Verein für Sachsen und Thüringen. Bd. 74. Heft 1—6.
Hamburg. — Naturwissenschftl. Verein. — Abhndl. aus d. Gebiete der Naturwissensch. XVI. 2.
— — — Verh., 3. Folge, No. VIII. 1900.
— Seewarte. — Deutsches Meteorolog. Jahrbuch (Ergebn. d. meteorol. Beob). XXIII. 1900.
— — Jahresber. 1900. — III. Nachtr. z. Katalog d. Bibliothek.
— — Aus d. Archiv d. Deutschen Seewarte. XXIII.
— Verein f. naturwissenschftl. Unterhaltung. — Verhandlungen. XI.
— Wissenschaftl. Anstalten. — Jahrbuch XVII.
Innsbruck. — Naturwissensch.-Mediz. Verein. — Berichte XXVI.
Karlsruhe. — Naturwissenschaftl. Verein. — Verhandlungen XIV.
Kassel. — Verein f. Naturkunde. — Abhandl., Berichte XLVI.
Kharkoff. — Société de médicine scientif. et d'hygiène. — Travaux. 1900.
Kiel (n. Leipzig). — Kommiss. z. wiss. Unters. d. d. Meere u. Biol. Anstalt auf Helgoland. — Wissenschft. Meeresuntersuch. N. F. Bd. 4, H. 2,
— Naturwissenschftl. Verein für Schleswig-Holstein. — Schriften. XII. 1.
Kiew. — Société des naturalistes. — Mémoires XVI, 2.
Klagenfurt. — Naturhist. Landesmuseum f. Kärnten. — Jahrb., Hft. 26.
Königsberg i. Pr. — Physikal.-Ökonom. Gesellschft. — Schriften, Jhrg. 41.
Krakau. — Akademie d. Wissenschft. — Anzeiger 1901, No. 1—9; 1902, No. 1.
— — — Katal. Literat. nank. polsk. I, 1—3.
Landshut. — Botanischer Verein. — 16. Bericht. 1898—1900.
Lausanne. — Société Vaudoise des Sc. Nat. — Bulletin, No. 138—142.
Leipzig. — Kgl. Gesellsch. d. Wissensch. — Berichte über die Verhndlg. Math. Phys., Cl. 53, I—VI.
— Kgl. Fürstl. Jablonowski'sche Gesellschaft. — Jahresbericht 1901.
— Naturforsch. Gesellschaft. — Sitzungsberichte, Jhrg. 26/27.
Linz. — Verein für Naturkunde in Österreich ob der Enns. — 30. Jahresbericht 1901.
London. — Royal Society. — Proceedings, No. 444—457.
— — Report to the Malaria Committee V—VI.
Lüneburg. — Naturwissenschftl. Verein. — Jahreshefte XV. — Zur Erinnerung an das 50jähr. Bestehen.
Luxembourg. — Institut Grand-ducal. — Publications. Sect. des sc. nat. et math. XXVI.
— Société des sc. médicales. — Bulletin 1901.
Madison (Wisc. U. S.). — Wisconsin Academy of sciences, arts and lettres. — Transact. XIII. 1.
Manchester. — Literary and Philosoph. Soc. — Memoirs and Proceed. 45. II—IV., 46. I—IV.

Marburg. — Gesellsch. z. Beförd. d. gesamt. Naturw. — Schriften, Bd. 13. Abteilung. 4.

— — — Sitzungsberichte. 1899; 1900.

Marseille. — Faculté des sciences. — Annales T. XI. Fasc. I—IX.

Melbourne. — Roy. Society of Victoria. — Transact. and Proceed. N. S. XIII. 1—2; XIV. 1.

— Australian Association for the Advancement of Science. — Report. VIII.

Middelburg. — Zeeuwsch. Genootschap d. Wetenschappen. — Archief. VIII. 3.

Milano. R. Istit. Lombardo di Sc. e Lett. — Rendiconti XXXIII.

Montevideo. — Museo Nacional. Anales. T. IX. Fasc. XIX—XXII.

Montpellier. — Académie des sciences et lettres. — Mémoires de la sect. de Méd. T. I, Nr. 4.

Moscou. — Société Impériale des Naturalistes. — Bulletin 1900, No. 3—4; 1901, No. 1/2; 1902, No. 1/2.

München. — Ärztlicher Verein. — Sitzungsberichte X.

— K. B. Akad. d. Wissensch. — Sitzungsbericht d. math. phys. Cl. 1901. I., II., IV.

— Gesellschaft f. Morpholog. u. Physiol. — Sitzungsberichte, Bd. XVI. 2; XVII. 1.

New-York. — Academy of Sciences. — Annales, Vol. XIII, Part. II./III. Vol. XIV, Part. I.

— — — Memoirs, Vol. II, Part. III.

Nürnberg. — Naturhistor. Gesellschaft. — Festschrift zur Säkularfeier.

Odessa. — Neuruss. Naturforsch. Gesellschaft. — Mémoires. T. XXIII, Part. I—II.

Offenbach a. M. — Verein f. Naturkunde. — Bericht 37—42 (1895—1901).

Osnabrück. — Naturwissenschftl. Verein. — 14. Jahresbericht 1899/1900.

Paris. — École polytechnique. — Journal. Sér. II., Cah. 5—6.

Passau. — Naturhist. Verein. — 18. Bericht 1898—1900.

Philadelphia. — Academy of Natural Sciences. — Proceedings 1900, III, 1901, I—II.

Prag. — Kgl. Böhmische Gesellsch. d. Wissenschft. — Jahresber. 1901.

— — — Sitzgsber. 1901.

— Lese- u. Redehalle d. deutschen Studenten. — Bericht 1900.

Pressburg (Poszony). — Verein f. Heil- u. Naturkunde. — Verhandlungen, Heft XII, 1900.

Regensburg. — Naturwissenschftl. Verein. — Berichte, Hft. VIII. 1900.

Reichenberg. — Verein d. Naturfreunde. Mitteilungen, 32. Jahrg. 1901.

Riga. — Naturforscher-Verein — Korrespondenzblatt XLIV, 1901.

— — — Arbeiten. N. F., Heft 10.

Rochester. — Academy of Science. — Proceedings, Vol. 4, p. 1—64.

Roma. — Società Zoologica Italiana. — Bollettino, Ser. II, Vol. II, Fasc. I—VI.

Salem. — American Associat. for the Advancement of Science. — Proceedings, 49, Meeting (New-York).

Saint-Louis. — Academy of Science. — Transactions. X, 9—11; XI, 1—5.

St. Pétersbourg. — Académie Impériale des sciences. — Mémoires, VIII. Sér. Vol. X, No. 8.
— Botanischer Garten. — Acta horti Petropolitani, XVIII, 3; XIX, 1—2; XX.
— Société Impér. des Natural. — (Travaux) Comptes rendus, Vol. XXXI, Livr. 1, No. 7—8; Livr. 2—4. Vol. XXXII, Livr. 1, No. 1—5; Livr. 2.
St. Gallen. — Naturwissenschftl. Gesellschaft. — Bericht 1898/1899.
Siena. — R. Accademia dei Fisiocritici. — Atti, Ser. IV, Vol. XIII, No 1—10.
Sion (Valais). — La Murithienne, Soc. valaisanne des sc. nat. — Bulletin, Fasc XXIX—XXX.
Stavanger. — Museum. — Aarsberetning 1900, Aarg. 11.
Stockholm. — Entomologisk Föreningen. — Entomologisk Tidskrift 22, Årg. 1901.
Strassburg. — Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften etc. — Monatsberichte, XXXIV, 1900.
Stuttgart. — Verein für vaterländ. Naturkunde in Württemberg. — Jahreshefte, Jhrg. 57, 1901.
Sydney. — Roy. Soc. of New South Wales. — Journal and Proceedings, XXXIV, 1900.
Tokio. — Medizin. Fakultät d. K. Japan. Universität. — Mitteilg., V. 1.
— Imperial University. — Journal of the College of Science. — Vol XIII, Part. IV; Vol. XV, Part. I—III; Vol. XVI, Part. I; Vol. XVII, Part. I.
Torino. — R. Accademia delle Scienze. — Atti XXXVI, 6—15; XXXVII, 1—5. Osservaz. meteorol. 1901.
Toronto. Canadian Institute. — Proceedings N. S., Vol. II, Part. 4 (No. 10).
— — — Transactions VII, 1.
Toulouse. — Académie des sciences, inscript. et belles lettres. — Bulletin, T. III, 1889/1900.
Ulm a. D. — Verein f. Mathem. u. Naturwiss. — Jahreshefte, 10. Jahrgang 1901.
Upsala. — Nova acta societatis scientiarum Upsaliensis. — Ser. III. Vol. XIX.
Verona. — Accademia d'Agricoltura, arti e commercio. — Mémorie, LXXVI, Fasc. I.
Washington. — Smithsonian Institution. — Annual Report, 1897, II, 1898, 1899.
— U. S. Department of Agriculture. — Yearbook 1900.
— Secretary of Agriculture. — Report, 1900.
— U. S. Geological Survey. — Annual Report, XX (1898/99), Part II—V; XXI (1899/1900), Part. I, VI.
— — — Bulletin No. 163—176.
— — — Prelimin. Report on the Cape Nome Gold Region.
— — — Monographs, XXIX; XL.
Wien. — K. Akad. d. Wissenschaft. — Anzeiger. Math.-Nat. Classe 1901, XVIII—XXVII; 1902, I—VIII.
— K. K. Geolog. Reichsanstalt. — Verhandlungen, 1901, No. 2—18, 1902, No. 1—2.
— K. K. Naturhistorisches Hofmuseum. — Annalen, XV, 3—4; XVI, 1—2.

Wien. — Verein zur Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntnisse. — Schriften, Bd. 41.
— K. K. Zool.-Botan. Gesellschaft. — Verhandlungen, Bd. LI, 1901.
Wiesbaden. — Nassauischer Verein f. Naturkunde. — Jahrbücher, Jahrgang 54, 1901.
Würzburg. — Physik.-medizin. Gesellschaft. — Sitzungsberichte, 1900, No. 2—5; 1901, No. 1—2.
— — — Verhandlungen XXXIV, 2—8.
Zürich. Naturforschende Gesellschaft. — Neujahrsblatt, 103 (1901).
— — — Vierteljahrsschrift, Jahrg. 45, Heft 3/4, Jahrgang 46, Heft 1/2.
Zwickau. — Verein für Naturkunde. — Jahresbericht 1899.

Vereinsnachrichten.

April 1902 bis April 1904.

Im Vereinsjahr 1901/02 wurden während des Sommers in den Gesamtsitzungen folgende Vorträge gehalten:

2. Mai 1902. H. Thürach. Die Umgegend von Heidelberg in altdiluvialer Zeit.

6. Juni „ O. Cohnheim. Eiweißresorption bei Octopoden.

„ „ R. Magnus. Pupillenreaktion bei Octopoden.

13. „ „ O. Bütschli. Demonstration der galvanotaktischen Infusorienbewegung.

„ „ O. Schoetensack. Über die von Seton-Karr in der arabischen Wüste gemachten paläolithischen Funde und ihre Beziehungen zum europäischen Diluvium (mit Demonstrationen und Projektionen).

4. Juli „ H. Driesch. Neue Versuche über tierische Formregulationen.

„ „ C. Herbst. Übersicht über die Rolle der zur Entwicklung der Seeigellarven notwendigen anorganischen Stoffe.

1. Aug. „ R. H. Weber. Die Fortpflanzung elektrischer Wellen längs zylindrischer Leiter.

„ „ R. Gans. Über den Wehneltunterbrecher.

Im Vereinsjahr 1902/03 wurden in den Gesamtsitzungen folgende Vorträge gehalten.

7. Nov. 1902. H. Philipp. Neue Untersuchungen über Trias- und Eruptivgesteine von Predazzo (Südtirol).

„ „ A. Kalähne. Über Strahlung und die Messung sehr hoher Temperaturen.

5. Dez. 1902. O. Cohnheim. Über die Sekretion des Magensaftes beim Neugeborenen.
„ „ A. Kossel. Über Protammin, nach Untersuchungen von Herrn Dr. Goto.
„ „ E. Kräpelin. Über Ermüdungsmessung.
9. Jan. 1903. E. v. Hippel. Embryologische Untersuchungen über die Entstehungsweise einer angeborenen Mißbildung des Auges.
6. Febr. „ G. Bredig. Über periodische Kontaktwirkung.
„ „ E. Pfitzer. Über nordasiatische Bambuseen.
27. „ „ F. Kehrer sen. Über embryonale und pathologische Höhlenbildungen.
1. Mai „ J. v. Uexküll. Über Tonus.
12. Juni „ E. Pfitzer. Über die Gruppe der Cypripedilinae.
„ „ G. Tischler. Über anormale Bildung der Sexualzellen bei Bastardpflanzen.
3. Juli „ M. Fürbringer. Zur Erinnerung an Karl Gegenbaur.
„ „ H. Plenge. Über die Nucleinsäure-lösende Wirkung der Bakterien (mit Demonstrationen).

Im Vereinsjahr 1903/04 wurden während des Winters in den Gesamtsitzungen folgende Vorträge gehalten:

6. Nov. 1903. A. Hettner. Die Felsbildungen der sächsischen Schweiz.
4. Dez. „ A. Schuberg. Über einen in den Muskelzellen eines Blutegels lebenden neuen Nematoden.
„ „ W. Salomon. Neue geologische Beobachtungen aus dem Schriesheimer- und Neckartal.
8. Jan. 1904. G. Quincke. Über eine neue Wirkung des Lichts.
5. Febr. „ R. H. Weber. Einige neuere Forschungen aus dem Gebiete der Radiumstrahlung.
„ „ H. Glück. Über den Aufbau von Utricularia.
4. März „ A. Kossel. Über die einfachsten Eiweißstoffe und ihr Verhalten im Tierkörper (nach gemeinschaftlich mit Herrn Dr. Dakin ausgeführten Versuchen).
„ „ W. Ostwald (Leipzig), als Gast. Ableitung der stöchiometrischen Grundgesetze.

Die Sitzungen fanden in der Regel im Zoologischen Institut statt, mit Ausnahme der Sitzungen vom 1. August und 7. November 1902, 8. Januar und 5. Februar 1904, welche im Physikalischen, und der vom 3. Juli 1903, welche im Physiologischen Institut abgehalten wurden.

Das Amt des Vorstandes bekleideten in den Vereinsjahren 1901/02, 1902/03, 1903/04: Prof. Kossel als Vorsitzender, Prof. Schuberg als Schriftführer, Buchhändler Köster als Rechner.

Neu aufgenommen wurden als ordentliche Mitglieder 1901/02: Dr. Böhm, Prof. Bredig, Dr. Darmstädter, Dr. Driesch, Dr. Herbst, Dr. E. Kehrer, Sektionsgeologe Dr. Schnarrenberger, Dr. P. Schröder, Lehramtspraktikant F. Thorbeke; 1902/03: Dr. Alzheimer, Dr. Bluntschli, Dr. Ebler, Dr. Hirschel, Dr. Ibrahim, Dr. Kermauner, Prof. Kümmel, Dr. Marx, Dr. Pol, Dr. Ritzhaupt, Dr. Rockenbach, Prof. v. Rosthorn, Dr. Starck; 1903/04: Dr. W. Hofmann, Dr. Joseph, Dr. Lefmann, Dr. Lichtenberg, Dr. Pfister, Dr. Rödiger, Prof. Ruska, Dr. Tecklenburg, Dr. K. Thorbeke, Dr. H. Völcker. Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. W. Lossen, der dem Verein schon früher angehört hatte, ist dem Verein wieder als Mitglied beigetreten. Als außerordentliche Mitglieder wurden aufgenommen 1901/02: cand. med. Böhme, cand. rer. nat. von Faber, cand. rer. nat. O. Schröder, cand. rer. nat. Zörnig; 1903/04: cand. med. H. Hinselmann.

Durch Tod verlor der Verein sein einziges Ehrenmitglied Geh. Rat Kußmaul Exc. und die Mitglieder: Prof. Dr. E. Askenasy und Medizinalrat Dr. L. Fischer.

Dem Verein gehören zur Zeit an: 4 korrespondierende Mitglieder, 158 ordentliche Mitglieder und 4 außerordentliche Mitglieder.

Prof. **A. Schuberg**, Schriftführer.

Verzeichnis

(zugleich Empfangsbescheinigung)

der vom 11. April 1902 bis 1. April 1904 eingegangenen Druckschriften.

Acireale. — Accademia di scienze, lettere e arti. — Rendiconti 1898/1900. — Atti e Rendiconti 3. Ser., Vol. I, 1901—1902.

Altenburg. — Naturforschende Gesellsch. d. Osterlandes. — Mitteil. aus d. Osterlande. N. F., Bd. 10, 1902.

Amsterdam. — Kon. Akad. van Wetenschapp. — Versl. van de gewone Vergad. Wis.- en Nat. Afdeel. X; XI, 1—2.

Annaberg. — Annaberg-Buchholzer Verein f. Naturkunde. — Jahresbericht XI. 1898—1903.

Augsburg. — Naturwiss. Verein f. Schwaben u. Neuburg. — 35. Bericht. 1902.

Auxerre. — Société des sc. histor. et nat. de l'Yonne. — Bulletin Vol. 55 (1901); 56 (1902).

Baltimore. — John Hopkins Hospital. — Bulletin No. 133—154.

— — — Report X, 3—9; XI.

— John Hopkins University. — Circulars No. 157—164.

Basel. — Naturforsch. Gesellschaft. — Verhandlungen XIII, 3; XV, 1—2; XVI.

Bergen. — Bergens Museum. — Aarbog 1902, 1—3, u. Aarsberetning 1903, 1—3.

— — — Sars, Crustacea of Norway. Vol. IV, Part V—XIV; Vol. V., Part I—II.

Berlin. — Botan. Verein d. Provinz Brandenburg. — Verhandl. Jahrgänge 44—45.

— Deutsche Geolog. Gesellschaft. — Zeitschr. d. d. geol. Gesellsch. Bd. 53, Heft 4; Bd. 54; Bd. 55, Heft 1—3.

— Gesellsch. naturforsch. Freunde. — Sitzungsberichte 1901—1902.

— Medizinische Gesellschaft. — Verhandlungen XXXIII; XXXIV.

— Kgl. preuß. Geolog. Landesanstalt u. Bergakademie. — Jahrbuch XXI; XXII, 1—3; XXIII, 1—3.

— Verein f. innere Medizin. — Verhandlungen XXI.

Bern. — Naturforsch. Gesellschaft. — Mitteilungen 1901—1902.

— Allgem. Schweizerische Gesellsch. f. d. gesamt. Naturwiss. — Verhandl. 84. 85.

Bologna. — R. Accad. delle sc. dell'Istituto di Bol. — Memorie Sez. Med. e Chir. Ser. V, T. VIII.
— — — Memorie Sez. Scienze Nat. Ser. V, T. VIII.
— — — Rendiconto delle sessioni. N. S., Vol. IV, Fasc. 1—4.
Bonn. — Ärztlicher Ver. f. Rheinl., Westfalen u. Lothringen. — Correspondenzbl. No. 70—73.
— Naturhist. Ver. preuß. Rheinl., Westf. u. d. Reg.-Bez. Osnabrück. — Verhandl. Jahrg. 58, 59, 60.
— Niederrhein. Gesellsch. f. Natur- u. Heilkunde. — Sitzungsber. 1901, 1902, 1903.
Bordeaux. — Société des Sciences Phys. et Natur. — Mémoires 6. Sér., T. I; II, 1.
— Commiss. météorol. de la Gironde. — Observat. pluviometr. etc. 1900/01, 1901/02.
— Société des Sciences Phys. et Natur. — Procès-verbeaux 1900/01, 1901/02.
Boston. — American Academy of Arts and Sciences. — Proceedings Vol. XXXVII, No. 6—23; XXXVIII, No. 1—26; XXXIX, No. 1—5.
— Boston Society of Natural History. — Memoirs Vol. 5, No. 8, 9.
— — — Occasional Papers No. VI.
— — — Proceedings Vol. 29, No. 15—18; Vol. 30, No. 1—7; Vol. 31, No. 1.
Braunschweig. — Verein f. Naturwissenschaft. — Jahresbericht 9, 13.
Bremen. Naturwissenschaftl. Verein. — Abhandlungen Bd. XVII, Heft 2, 3
— Deutsches Meteorologisches Jahrbuch. — Jahrbuch XII, XIII.
Breslau. — Schlesische Gesellsch. f. vaterländ. Kultur. — Jahresbericht 79, 80.
Brünn. — Naturforsch. Verein. — Verhandl. Bd. XXXIX, XL, XLI.
— — — Bericht d. meteorol. Kommiss. XIX, XX, XXI.
Bruxelles. — Acad. Roy. des Sc., des Lettres etc. de Belg. — Annuaire 68, 69, 70.
— — — Bulletins 1901, 1902, 1903.
— Société Entomologique de Belgique. — Annales T. 45, 46.
— — — Mémoires IX.
— Société Malacologique de Belgique. — Bulletins des séances T. XXXVI, XXXVII.
Cambridge (Mass. U. S. A.). — Museum of Compar. Zool. Harvard Coll. — Annual Report 1901/02, 1902/03.
— — — Bulletin XXXVIII, 7—8; XXXIX, 2—8; XL, 1—7; XLI, 1—2; XLII, 1, 3—5; XLV, 1.
Catania. — Accad. Gioenia di scienze natur. — Atti Vol. XIV, XV.
— — — Bullettino delle sedute. Fasc. LXXI—LXXVIII.
Chapel Hill, N. C. — Elisa Mitchell Scientific Society. — Journal XVIII, 1—2; XIX, 1—2.
Cherbourg. — Société nation. des sc. nat. et math. — Mémoires T. XXXII; XXXIII, 1.
Chicago. — Academy of Sciences. — Bulletin Vol. II, No. III, IV, 1.

Chicago. — The John Crerar Library. — Annual Report 7, 8.
Christiania. — Videnskabs-Selskabet. — Forhandlinger Aar 1901, 1902.
Chur. — Naturforsch. Gesellschaft Graubündens. — Jahresbericht XLV.
Colmar. — Naturhist. Gesellschaft. — Mitteilungen Bd. VI.
Cordoba (Argent.). — Academia Nacion. de Ciencias. — Boletin T. XVII, Entr. 1—3.
Danzig. — Naturforsch. Gesellschaft. — Schriften N. F., Bd. 10, Heft 4.
Darmstadt. — Verein f. Erdkunde. — Notizblatt IV. Folge, Heft 22, 23.
— Verein hessischer Ärzte. — Jahresbericht 1902.
Davenport (Jowa). — Academy of Natural Sciences. — Proceedings Vol. VIII.
Dorpat. — Archiv f. Naturkunde v. Liv-, Esth- und Kurland. — II. Ser. Bd. XII, Lief. 1—2.
— Naturforsch. Gesellschaft. — Sitzungsberichte Bd. XIII, No. 1.
— — — Schriften X, XI.
Dresden. — Naturwiss. Gesellsch. Isis. — Sitzungsber. u. Abhandl. 1901, VII—XII; 1902, I—XII; 1903, I—VI.
Dublin. — Royal Dublin Society. — Scientific Proceedings Vol. IX, Part 5; X, Part 1.
— — — Economic Proceedings Vol. I, Part 3—4.
— — — Scientific Transactions II. Ser., Vol. VII, No. XIV—XVI; Vol. VIII, No. I—V.
Dürckheim a. d. Hardt. — Pollichia, Naturw. Ver. d. Rheinpfalz. — Mitteilungen No. 15—17.
Edinburgh. — Geological Society. — Transactions Vol. VIII, Part II. Special Part.
Ekaterinenburg. — Société ouralienne des médecins. — Mémoires VII.
Elberfeld. — Naturwissenschaftl. Verein. — Jahresbericht Heft 10.
Emden. — Naturforsch. Gesellschaft. — Jahresbericht 86, 87.
Erlangen. — Physikal.-Medizin. Sozietät. — Sitzungsberichte Heft 33, 34.
Firenze. — Biblioth. Nazion. Centr. — Bollett. delle Pubblic. ital. 1902, No. 16—23; 1903, No. 25—38.
— Società entomologica italiana. — Bullettino Anno XXXIII, Trim. III—IV; Anno XXXIV, Trim. I—IV.
Frankfurt a. M. — Ärztl. Verein. — Jahresbericht über d. Verwaltung d. Medizinalwesens XLV, XLVI.
— Tabellar. Übersicht betr. d. Civilstand d. Stadt Frankfurt a. M. 1901, 1902.
— Physikalischer Verein. — Jahresbericht 1900/01, 1901/02.
— Senckenberg. Naturforsch. Gesellschaft. — Abhandlungen Bd. 20, Heft 3—4; Bd. 25, Heft 3—4; Bd. 26, Heft 4; Bd. 29.
— — — Jahresbericht 1902, 1903.
— — — Thorn, Die periodischen Schriften der Senckenbergischen Bibliothek.
Frankfurt a. O. — Naturwiss. Verein d. Reg.-Bez. Frankfurt a. O. — Helios Bd. 19, 20.
Frauenfeld. — Thurgauische Naturforsch. Gesellschaft. — Mitteilungen Heft 15.
Freiburg i. B. — Naturforsch. Gesellschaft. — Berichte Bd. XII, XIII.

Genova. — R. Accademia medica. — Bollettino XVII, 2—12; XVIII, 1—3.

Gießen. — Oberhessische Gesellschaft f. Natur- u. Heilkunde. — 33. Bericht, 1899—1902.

Glasgow. — Natural History Society. — Transactions N. S., Vol. V, Part III; Vol. VI, Part 1—II.

Göteborg. — Kongl. vetenskaps-och vitterhet-samhälles. — Handlingar 1898, Heft 4 (1902).

Göttingen. — Kgl. Gesellsch. d. Wissensch. — Nachrichten. Geschäftl. Mitteilungen 1902, Heft 1—2; 1903, Heft 1—2.

— — — Nachrichten. Math.-phys. Kl. 1902, Heft 1—6; 1903, Heft 1—6.

Granville (Ohio). — Denison University. — Bull. of the Scientific Laborat. Vol. XI, Art. XI; Vol. XII, Art. I—VII.

Graz. — Naturwissensch. Verein f. Steiermark. — Mitteilungen Heft 38, 39.

— Verein d. Ärzte in Steiermark. — Mitteilungen Jahrg. 39, No. 5—12; Jahrg. 40, No. 1—12; Jahrg. 41, No. 1—3.

Greifswald. — Naturwissenschaftl. Verein für Neuvorpommern und Rügen. — Mitteilungen Jahrg. 33, 34.

Groningen. — Naturkundig Genootschap. — Verslag 1901, 1902.

— Bijdragen tot de kennis van de Provincie Groningen. Deel II, Stuk 1—2.

Güstrow. — Naturw. Verein in Mecklenburg. — Arch. d. Freunde d. Naturgesch. in Mecklenburg 55, II; 56, I—II; 57, I.

Haarlem. — Musée Teyler. — Archives Sér. II, Vol. VIII, 1—5.

— Société hollandaise des sciences. — Arch. Néerland. des Sc. exact. et nat. Sér. II, T. VII; T. VIII. Livr. 2—4.

— — — Herdenking van het 150-jarg Bestaan van de Hollandsche Maatsch. de Wetensch.

Halifax. — Nova Scotian Instit. of Science. — Proceed. and Transact. Vol. X, Part 3—4.

Halle a. S. — Kais. Leop.-Car. Dtsch. Akad. d. Naturf. — Leopoldina XXXVIII, 3—12; XXXIX, 1—12; XL, 1—2.

— Naturwiss. Verein f. Sachsen u. Thüringen. — Zeitschrift f. Naturwissensch. Bd. 75; Bd. 76, Heft 1—5.

— Verein f. Erdkunde. — Mitteilungen 1902, 1903.

Hamburg. — Naturwissenschaftl. Verein. — Abhandl. aus der Geschichte der Naturwiss. XVII, XVIII.

— — — Verhandlungen. 3. Folge. IX, X.

— Seewarte. — Deutsches Meteorologisches Jahrbuch (Ergebn. d. met. Beob.) XXIV, XXV.

— — — Aus d. Archiv d. Deutschen Seewarte XXIV, XXV.

— — — Jahresbericht 1901, 1902.

— — — IV. Nachtrag z. Katalog d. Bibliothek.

— Wissenschaftl. Anstalten. — Jahrbuch XVIII, mit 3 Beiheften; XIX, mit 4 Beiheften; XX, mit 4 Beiheften.

Hanau. — Wetterauische Gesellschaft f. d. ges. Naturkunde. — Bericht 1899—1903.

— — — I. Nachtrag z. Katalog d. Bibliothek.

Innsbruck. — Naturwissensch.-Mediz. Verein. — Berichte XXVII, XXVIII.
Karlsruhe. — Naturwissenschaftl. Verein. — Verhandlungen XV, XVI.
Kassel. — Verein f. Naturkunde. — Abhandlungen und Berichte XLVII.
Kiel. — Kommiss. z. wiss. Unters. d. deutschen Meere u. Biol. Anstalt auf Helgoland. — Wissenschaftl. Meeresuntersuch. N. F. Bd. 5, Heft 1.
— Naturwissenschaftl. Verein f. Schleswig-Holstein. — Schriften Bd. XII, Heft 2.
Kiew. — Société des naturalistes. — Mémoires T. XVII, Livr. 1—2.
Klagenfurt. — Naturhist. Landesmuseum f. Kärnten. — Carinthia II. 93. Jahrg., No. 1—6.
Königsberg i. Pr. — Physikal.-Ökonom. Gesellsch. — Schriften Jahrgang 42, 43.
Krakau. — Akademie d. Wissenschaft. — Anzeiger 1902, No. 2—10; 1903, No. 1—9.
— — — Katalog Literatury naukowej polskiej T. I, No. IV; T. II, No. 1—IV; T. III, No. 1.
Lausanne. — Société Vaudoise des Sc. Nat. — Bulletin 4. Sér., T. XXXVIII, T. XXXIX.
Leipzig. — Kgl. Gesellsch. d. Wissensch. — Berichte üb. d. Verhandl. Math.-Phys. Kl. Bd. 53, VII; Bd. 54; Bd. 55, I—V.
— Fürstl. Jablonowskische Gesellschaft. — Jahresbericht 1903, 1904.
Linz. — Verein f. Naturkunde in Österreich ob der Enns. — Jahresbericht 31, 32.
London. — Royal Society. — Proceedings No. 458—469; 471—491.
— — — Reports to the Malaria Committee VII, VIII.
— — — Reports to the Evolution Committee I.
— — — Reports of the Sleeping Sickness Commission I—IV.
— — — Year Book.
Luxembourg. — Société Botanique. — Recueil des Mémoires et des Travaux XV.
Lyon. — Société d'Agriculture, Sciences et Industrie. — Annales Sér. 7, T. 7—10.
Magdeburg. — Naturwissenschaftl. Verein. — Jahresbericht u. Abhandl. 1900—1902.
Manchester. — Literary and Philosoph. Soc. — Memoirs and Proceed. Vol. 46, V—VI; 47, I—VI; 48, I.
Marburg. — Gesellsch. z. Beförd. d. gesamt. Naturwiss. — Sitzungsberichte 1901, 1902.
Marseille. — Faculté des sciences. — Annales T. XII, XIII.
Melbourne. — Roy. Society of Victoria. — Proceed. N. S. Vol. XIV, Part II; Vol. XV, Part I—II; Vol. XVI, Part I.
Mexico. — Istituto Geológico de México. — Boletin No. 16.
Middelburg. — Zeeuwsch. Genootschap d. Wetenschappen. — Deel VIII, Stuk 4—5.
— — — Zelandia illustrata. 3. Verfolg.

Milano. — R. Istit. Lombardo di Sc. e Lett. — Rendiconti Ser. II, Vol. XXXIV: XXXV: XXXVI: XXXVII, Fasc I—III.

Milwaukee. — Public Museum of the city. — Annual Report 19/20, 21.

— Wisconsin Natural History Society. — Bulletin N. S. Vol. 3, No. 1—3.

Montevideo. — Museo Nacional. — Anales. T. IV. Primera parte. T. V., p. 1—160.

Montpellier. — Académie des sciences et lettres. — Mémoires de la sect. de Méd. 2. ser. T. II, No. 1; T. III, No. 2.

— — — Mémoires de la sect. des Sciences 2. sér. T. III, No. 1.

Moscou. — Société Impériale des Naturalistes. — Bulletin 1901, No. 3/4; 1902, No. 3—4; 1903, No. 1—3.

München. — Ärztlicher Verein. — Sitzungsberichte XI, XII.

— K. B. Akad. d. Wissenschaft. — Sitzungsber. d. math.-phys. Cl. 1902, I—III; 1903, I—IV.

— Gesellschaft f. Morphol. u. Physiol. — Sitzungsberichte Bd. XVII, Heft II; Bd. XVIII, Heft I—II; Bd. XIX, Heft I.

Napoli. — Società reale. — Atti della reale Accad. delle sc. fis. e mat. Ser. II. Vol. X, XI.

— — — Rendiconto dell'Accad. etc. Ser. III. Vol. VIII, 1—12; Vol. IX, 1—7.

Neiße. — Wissenschaftl. Gesellschaft Philomathie. — Bericht 31.

New-York. — Academy of Sciences. — Annals Vol. XIV, Part. II—III; Vol. XV, Part I.

Nürnberg. — Naturhistor. Gesellschaft. — Abhandlungen XIV; XV, 1.

Odessa. — Neuruss. Naturforsch. Gesellschaft. — Mémoires T. XXIV, Part I.

Osnabrück. — Naturwissenschaftl. Verein. — Jahresbericht 15.

Padova. — Società Veneto-Trentina di sc. nat. — Atti Ser. II. Vol. IV, Fasc. 2.

Paris. — École polytechnique. — Journal. Ser. II. Cah. 7.

— Société zoologique de France. — Bulletin T. XXVI, XXVII.

Philadelphia. — Academy of Natural Sciences. — Proceedings 1901, III; 1902, I—III; 1903, I—II.

Prag. — Kgl. Böhmische Gesellschaft d. Wissenschaft. — Jahresbericht 1902, 1903.

— — — Sitzungsberichte 1902 (mit Beilage) 1903.

— Lese- u. Redehalle d. deutschen Studenten. — Bericht 1901, 1902.

Preßburg (Poszony). — Verein f. Heil- u. Naturkunde. — Verhandl. XIII, XIV.

Regensburg. — Naturwissenschaftl. Verein. — Berichte Heft IX.

Reichenberg. — Verein d. Naturfreunde. — Mitteilungen Jahrg. 33, 34.

Riga. — Naturforscher-Verein. — Korrespondenzblatt XLV, XLVI.

Rio de Janeiro. — Museo Nacional. — Archivos X, XI.

Rochester. — Academy of Science. — Proceedings Vol. 4, pag. 65—136.

Roma. — Società Zoologica Italiana. — Bollettino Ser. II. Vol. III, IV.

Saint-Louis. — Academy of Science. — Transactions Vol. X, No. 6—11; Vol. XI, No. 1—8.

St. Pétersbourg. — Académie Impériale des sciences. — Bulletin Sér. V. T. XIII, No. 4—5; XIV; XV; XVI; XVII, No. 1—4.

St. Pétersbourg. — Académie Impériale des sciences. — Mémoires Sér. VIII. Vol. XI, No. 3—8; Vol. XII, No. 1, 2, 3; Vol. XIII, No. 4.
— — — Catalogue des livres etc. I.
— Botanischer Garten. — Acta horti Petropolitani T. XIX, Fasc. III; T. XXI; T. XXII. Fasc. I.
— Société Impér. des Natural. — Travaux Vol. XXXI, Livr. 3 u. 5; Vol. XXXII, Livr. 1, No. 6—8, Liv. 3, 4; Vol. XXXIII, Livr. 1—4; Vol. XXXIV, Livr. 1, No. 1—7; Vol. XXXV, Livr. 1, No. 1.

St. Gallen. — Naturwissenschaftl. Gesellschaft. — Bericht 1899/1900, 1900/1901.

Siena. — R. Accademia dei Fisiocritici. — Atti Ser. II. Vol. XIV; Vol. XV, No. 1—6.

Sion (Valais). — La Murithienne, Soc. valaisanne des sc. nat. — Bulletin XXXI, XXXII.

Stavanger. — Museum. — Aarshefte Aarg. 12, 13.

Stockholm. — Entomologisk Föreningen. — Entomologisk Tidskrift Årg. 23, 24.

Straßburg. — Gesellschaft z. Förderung d. Wissenschaft. — Monatsberichte XXXV, XXXVI.

Stuttgart. — Verein f. vaterländ. Naturkunde in Württemberg. — Jahreshefte, Jahrg. 58, 59 mit 2 Beilagen.

Sydney. — Roy. Soc. of New South Wales. — Journal and Proceedings XXXV, XXXVI.

Tokio. — Medicin. Fakultät d. k. Japan. Universität. — Mitteilungen Bd. V, No. II, IV; Bd. VI, No. I.

Tokyo. — Imperial University. — The Journal of the College of Science. Vol. XVI, Art. 6—15; Vol. XVII, Art. 2—12; Vol. XVIII, Art. 1, 3—4; Vol. XIX, Art. 6—8, 10.

Torino. — R. Accademia delle Scienze. — Atti Vol. XXXVII, Disp. 6—15; Vol. XXXVIII, Disp. 1—15.
— — — Osservaz. meteorolog. 1902.

Toronto. — Canadian Institute. — Proceedings N. S. Vol. II, Part 5.
— — — Transactions Vol. VII, Part 2.

Toulouse. — Académie des sciences, inscript. et belles-lettres. — Mémoires Sér. 10, T. I, II.

Tufts College, Mass. — Studies No. 7.

Ulm a. D. — Verein f. Mathemat. u. Naturwiss. — Jahreshefte, Jahrg. 11.

Upsala. — Nova acta societatis scientiarum Upsaliensis. — Ser. III. Vol. XX, Fasc. I.

Verona. — Accademia d'Agricoltura, arti e commercio. — Memorie Ser. IV. Vol. II, III. Indice dei Vol. I—LXXV.

Washington. — Smithsonian Institution. — Annual Report 1900, 1901.
— U. S. Department of Agriculture. — Yearbook 1901.
— U. S. Geological Survey. — Annual Report 21, II, III, IV, V, VII; 21, I, II, III, IV; 23.
— — — Bulletin No. 177—207; 209—217.

Washington. — U. S. Geological Survey. — Mineral Resources of the U. St. 1900, 1901.
— — — Monographs XLI—XLV.
— — — Professional Papers No. 1–8.
— — — Water-Supply and Irrigation-Papers No. 65—79.
Wien. — K. Akad. d. Wissenschaft. — Anzeiger. Math.-Nat. Klasse 1902, IX—XXVII; 1903, I—XXVII; 1904, I—IX.
— K. K. Geolog. Reichsanstalt. — Verhandlungen 1902, No. 3—18; 1903, No. 1—18; 1904, No. 1.
— K. K. Naturhistorisches Hofmuseum. — Annalen XVI, 3—4; XVII, 1—4; XVIII, 1—3.
— Verein z. Verbreitung naturwissenschaftl. Kenntnisse. — Schriften Bd. 42, 43.
— K. K. Zool.-Botan. Gesellschaft. — Verhandlungen LII, LIII.
Wiesbaden. — Nassauischer Verein f. Naturkunde. — Jahrbücher, Jahrg. 55, 56.
Würzburg. — Physikal.-medizin. Gesellschaft. — Sitzungsberichte 1901, No. 3—7; 1902, No. 1—6; 1903, No. 1—4.
— — — Verhandlungen N. F. XXXIV, No. 10—11; XXXV, No. 1—8; XXXVI, No. 1—3.
Zürich. — Naturforschende Gesellschaft. — Neujahrsblatt 1902, 1903.
— — — Vierteljahrsschrift, Jahrg. 46, Heft 3/4; Jahrg. 47; Jahrg. 48, Heft 1/2.
Zwickau. — Verein für Naturkunde. — Jahresbericht 1900, 1901.

Mitglieder-Verzeichnis.

Korrespondierende Mitglieder.

Dr. Andreae, Professor, Hildesheim.
Dr. Erlenmeyer, Professor, Aschaffenburg.
Dr. Knapp, Professor, New-York.
Dr. F. Schulze, Geh.-Rat u. Professor, Bonn.

Ordentliche Mitglieder.

Dr. Anselmino.
Dr. Antoni.
Dr. Arnold, Geh.-Rat u. Professor.
Dr. H. Arnsperger, Privatdozent.
Dr. L. Arnsperger, Assistent am patholog. Institut.
Dr. Bartsch, prakt. Arzt.
Dr. Bekker, Geh.-Rat u. Professor, Exc.
Dr. Bernthsen, Hofrat u. Professor (Mannheim).
Dr. Bettmann, Professor.
Königliche Bibliothek Berlin.
Dr. J. Blum, prakt. Arzt.
Dr. K. Böhm, Privatdozent.
Dr. Bornträger, Professor.
Dr. Brauer, Professor.
Dr. H. Braun, prakt. Arzt.
Dr. Braus, Professor.
Dr. Bredig, Professor.
Dr. Brian, prakt. Arzt.
Dr. Brühl, Professor.
Dr. Bruno, prakt. Arzt.
Dr. Bütschli, Geh. Hofrat u. Professor.
Dr. Cohnheim, Professor.
Dr. Curtius, Geh.-Rat u. Professor.
Dr. Czerny, Geh.-Rat u. Professor, Exc.
Dr. Dilg, prakt. Arzt.
Dr. Dittrich, Professor.
Dr. Driesch.
Dr. Ebler, Assistent am chem. Institut.
Dr. Fr. Eisenlohr, Professor.
Dr. Elsasser, prakt. Arzt.
Dr. Erb, Geh.-Rat u. Professor.
Dr. Ewald, Professor.
Dr. L. Fischer, prakt. Arzt.
Dr. Fischler, Assistent an d. med. Klinik.
Dr. Fleiner, Hofrat u. Professor.
Dr. Fürbringer, Geh. Hofrat u. Professor.
Dr. Gaupp, Privatdozent.
Dr. Glaser, Kommerzienrat.
Dr. Glaßner, Hofapotheker.
Dr. Glück, Professor.
Dr. V. Goldschmidt, Professor.
Dr. Göppert, Professor.
Dr. Gottlieb, Professor.
Greber, Professor an der Oberrealschule.
Dr. B. Haller, Professor.
Dr. Hammer, Professor.
Dr. Hegener, Privatdozent.
Dr. Herbst, Privatdozent.
Dr. Hettner, Professor.
Dr. von Hippel, Professor.
Dr. Hirschel, Assistent a. d. chirurg. Klinik.
Dr. Hoffmann, Professor.
Dr. W. Hofmann, Assistent an der Kinderklinik.
Dr. Holl, Bezirksassistenzarzt.
Dr. Horstmann, Professor.

Dr. Ibrahim, Assistent an der Kinderklinik.
Dr. Jacoby, Privatdozent.
Dr. Jannasch, Professor.
Dr. Jordan, Professor.
Dr. Joseph, Assistent a. d. chirurg. Klinik.
Dr. Jurasz, Professor.
Dr. Kalähne, Privatdozent.
Dr. Kaposi, Assistent a. d. chirurg. Klinik.
Dr. E. Kehrer, Privatdozent.
Dr. F. Kehrer, Geh.-Rat u. Professor.
Dr. Keller, prakt. Arzt.
Dr. Kermauner, Privatdozent.
Dr. Kiefer (Mannheim).
Dr. Klaatsch, Professor.
Dr. Knauff, Geh. Hofrat u. Professor.
Dr. Knövenagel, Professor.
Dr. L. Koch, Professor.
Dr. Königsberger, Geh.-Rat u. Professor.
Dr. Kossel, Professor.
G. Köster, Buchhändler.
Dr. Krafft, Professor.
Dr. Kümmel, Professor.
Dr. Kürz, Med.-Rat.
Dr. Landsberg, Professor.
Dr. Lange-Herrnstedt, praktischer Arzt (Meckesheim).
Dr. Lauterborn, Professor.
Dr. Leber, Geh.-Rat u. Professor.
Dr. med. Lefmann.
Dr. med. Lichtenberg.
Dr. Lobstein.
Dr. H. Lossen, Hofrat und Professor.
Dr. W. Lossen, Geh. Reg.-Rat u. Professor.
Dr. Magnus, Professsor.
Dr. Marschall, Privatdozent.
Dr. Marx, Assistent am patholog. Institut.
Dr. Mays.
Dr. Merx, Geh. Hofrat u. Professor.
Dr. C. Mittermaier, Medizinalrat.
Dr. Mohr, Privatdozent.
Dr. Nehrkorn, Privatdozent.
Dr. Nißl, Professor.
Dr. Oppenheimer, Hofrat u. Professor.
Dr. Baron von Osten-Sacken.
Dr. Petersen, Professor.
Dr. Pfister, Assistent an der med. Klinik.
Dr. Pfitzer, Geh. Hofrat u. Professor.
Dr. E. Plenge, Assistent am physiolog. Institut.
Dr. Pockels, Professor.
Dr. Pol.
Dr. Port, Professor.
Dr. Quincke, Geh.-Rat u. Professor.
Dr. Reinhardt, prakt. Arzt.
Dr. J. Rieß.
Dr. Rink, prakt. Arzt (Kaiserslautern).
Dr. Ritzhaupt, Assistent an der mediz. Poliklinik.
Dr. Rödiger, Assistent a. d. med. Poliklinik.
A. Rodrian, Fabrikant.
Dr. Rosenbusch, Geh. Oberbergrat und Professor.
Dr. v. Rosthorn, Geh. Hofrat u. Professor.
Dr. S. Rothschild, prakt. Arzt.
Dr. Ruska, Professor a. d. Oberrealschule.
Dr. Sack, prakt. Arzt.
Dr. Salomon, Professor.
Dr. Schäffer, Privatdozent.
Dr. Schalch, Bergrat u. Landesgeologe.
Dr. Ad. Schmidt, Professor.
Dr. B. Schmidt, Professor.
Dr. Schnarrenberger, Landesgeologe.
Dr. Schönborn, Assistent an der medizin. Klinik.
Dr. Schœtensack.
Dr. Schottländer, Professor.
Dr. Schuberg, Professor.
Dr. Schwalbe, Professor.
Dr. Simon, Privatdozent.
Dr. Starck, Professor.
Dr. Stephani.
Dr. Steudel, Privatdozent.
Dr. Stockert, Med.-Rat.
Dr. Stollé, Professor.
Strübe, Kreisschulrat u. Hofrat.
Dr. Sulzer (Neustadt a. H.).
Dr. Tecklenburg, Assistenzarzt am Diakonissenhaus.
Dr. Thomen, Bez.-Arzt (Weinheim).
F. Thorbeke, Lehramtspraktikant.
Dr. K. Thorbeke, Vonlontärassistent an der Frauenklinik.

Dr. Tischler, Privatdozent.
Dr. Thürach, Landesgeologe.
Dr. H. Trommsdorff.
Dr. Ullrich, prakt. Arzt.
Dr. Völcker, Privatdozent.
Dr. H. Völker, Assistent a. d. Frauenklinik.
Dr. Vierordt, Hofrat u. Professor.
Dr. G. Vulpius, Medizinalrat.
Dr. O. Vulpius, Professor.
Dr. Wachter, Chemiker.
Dr. Gustav Waltz.
Dr. med. M. Wassermann (Paris).
Dr. Weber, Privatdozent.
Dr. Weichel, Stabs- u. Bataillonsarzt.
Dr. F. Weiß, Vorstand der Apotheke des Akad. Krankenhauses.
Dr. Werner, prakt. Arzt.
Dr. Wilser.
Dr. Wirth, prakt. Arzt.

Außerordentliche Mitglieder.

A. Böhme, cand. med.
Fellenz, Dr. med.
Hinselmann, cand. med.
Löser, cand. rer. nat.
O. Schröder, cand. rer. nat.

4972.

VERHANDLUNGEN

DES

NATURHISTORISCH-MEDIZINISCHEN VEREINS

ZU

HEIDELBERG.

NEUE FOLGE.

SIEBENTER BAND.

ERSTES HEFT.

MIT VIER ABBILDUNGEN IM TEXT UND FÜNF TAFELN.

(AUSGEGEBEN AM 24. MAI 1902.)

HEIDELBERG.
CARL WINTER'S UNIVERSITÄTSBUCHHANDLUNG.
1902.

In **Carl Winter's** Universitätsbuchhandlung in **Heidelberg** ist soeben erschienen:

Dr. Adolf Mayer

Professor und Vorstand der holländischen Reichsversuchsstation in Wageningen

Lehrbuch
der
Agrikulturchemie

Mit in den Text gedruckten, teils farbigen Abbildungen
und einer lithographierten Tafel

Zum Gebrauche an Universitäten und höheren landwirtschaftlichen Lehranstalten
sowie zum Selbstunterricht

Fünfte verbesserte Auflage

I. Band: Die Ernährung der grünen Gewächse in 26 Vorlesungen. Fein Leinwandband . . . . . 12 Mk.

II. Band (1. Teil): Die Bodenkunde in 10 Vorlesungen. Fein Lwdbd. 4 Mk. 80 Pfg.

II. Band (2. Teil): Die Düngerlehre in 16 Vorles. Fein Lwdbd. . 6 Mk. 60 Pfg.

III. Band: Die Gärungschemie als Einleitung in die Technologie der Gärungsgewerbe in 15 Vorles. Fein Lwdbd. . 6 Mk. 60 Pfg.

„. . . Wir können daher das Urteil, welches wir bei dem Erscheinen der 3. Auflage abgaben, nur wiederholen, nämlich, daß das vorliegende Lehrbuch als das beste auf dem in Rede stehenden Gebiete zu bezeichnen ist." (*E. Wollny, Forschungen auf d. Gebiete d. Agrikulturphysik.*)

„Die vorliegende Neubearbeitung ist die wichtigste Erscheinung der Litteratur des verflossenen Jahres. Kein Lehrer unseres Gewerbes wird das Studium dieses Werkes versäumen dürfen, und jene Praktiker, die noch aus keinem Buch Nutzen gezogen zu haben meinen, werden hier sich überwunden erklären müssen, wenn sie nach ernstem Studium ehrlich sich äußern . . ."
(*Fühlings landwirtschaftliche Zeitung.*)

„Und wenn ein Buch populär genannt werden darf, welches es versteht, auch den Leser, der sich bis dahin nicht mit dem speziellen Gegenstande beschäftigt hat, auf dem geradesten Wege zur vollen Kenntnis desselben zu führen, und ihm die Ausnutzung der rein wissenschaftlichen Ergebnisse möglichst erleichtert, so ist das vorliegende Lehrbuch im besten Sinne des Wortes populär."
(*Litterarisches Zentralblatt.*)

Ausführliche Urteile der Presse stehen gern unentgeltlich und postfrei zur Verfügung.

Früher erschienen:

Die landwirtschaftlichen Versuchsstationen als Staatsinstitut. Beiträge zur Reform dieser Anstalten. gr. 8°. geheftet M. 1.80.

Die Lehre von den chemischen Fermenten oder Enzymologie. Auf Grund von vorhandenen und eigenen Versuchen bearbeitet. Lex.-8°. geheftet M. 4.—.

Untersuchungen über die alkoholische Gärung, den Stoffbedarf und den Stoffwechsel der Hefepflanze mit Berücksichtigung des neuesten Liebig'schen Einwurfs gegen die Pasteur'schen Anschauungen für Chemiker, Pflanzen-Physiologen und Wein-Produzenten. Mit 1 Holzschnitt und 7 lithogr. Tafeln. gr. 8°. geheftet M. 3.—.

Die Kunstbutter, ihre Fabrikation, ihr Gebrauchswert, nebst Mitteln, ihren Vertrieb in seine Grenzen zurückzuweisen. Mit 7 Holzschnitten. 8°. geheftet M. 1.20.

Düngung und Fütterung in chromographischer Darstellung. 7 Tafeln und Text. 2. Ausgabe. gr. 8°. geheftet M. 1.60.

Das Düngerkapital und der Raubbau. Eine wirtschaftliche Betrachtung auf naturwissenschaftlicher Grundlage. 8°. geheftet M. 1.20.

Welche Methoden der Städtereinigung sind im allgemeinen und in Sonderheit für die Verhältnisse des Großherzogtums Baden empfehlenswert? 8°. geheftet M. —.60.

Die Quellen der wirtschaftlichen Arbeit in der Natur. Ein Vortrag. 2. Ausg. 8°. geheftet M. —.60.

Zur Begründung von Schutzzöllen, in Sonderheit für die Landwirtschaft. Neue Gesichtspunkte. gr. 8°. geheftet M. 1.20.

Die Stipulargebilde der Monokotyledonen

von

Dr. H. Glück,
Privatdozenten für Botanik an der Universität Heidelberg.

Mit Tafel I—V und 1 Textfigur.

Einleitung.

Angeregt durch das Studium biologischer Schriften, insbesondere von *K. Goebel, H. Schenk* u. a. habe ich mich in den letzten Jahren unter anderem auch mit der Lebensweise unserer deutschen Wasserpflanzen beschäftigt. Die Resultate dieser Studien sind vorwiegend experimenteller Natur und liegen zur Zeit erst in Gestalt unbearbeiteter Bausteine vor. Nebenbei konnten aber auch einige rein morphologische Beobachtungen über die Stipulargebilde monokotyler Gewächse angestellt werden, die mit meinem eigentlichen Thema nur lose zusammenhängen. Sie mögen daher gesondert von ihm der Öffentlichkeit übergeben werden.

Über das Vorkommen von Nebenblättern bei Monokotylen scheint unter Botanikern allgemein die Ansicht zu herrschen, daß dieselben auf dikotyle Pflanzen beschränkt sind. Auch pflegen sich unsere zeitgemäßen Lehrbücher über diesen Punkt fast durchweg auszuschweigen. Wir werden aber im folgenden sehen, daß die Stipularorgane bei Monokotylen eine außerordentlich weite Verbreitung besitzen; nur hat man dieselben bisher eben verkannt oder unrichtig gedeutet. Ursprünglich erstreckten sich meine Untersuchungen nur auf die Nebenblätter monokotyler Wasserpflanzen. Ich kam aber bald zu der Überzeugung, daß es von großer Wichtigkeit ist, noch zahlreiche andere monokotyle Pflanzen in den Bereich meiner Untersuchung mit aufzunehmen, da ich sonst nur ein sehr unvollständiges Bild von den Stipulargebilden der Monokotylen hätte geben können.

Der systematische Vergleich fertiger Formen und die Primärblattbildungen junger Laubtriebe stehen als die beiden wichtigsten

Hilfsmittel da, mit denen ich bei meinen morphologischen Untersuchungen operiert habe. Die Ontogenie, die ja auch an den verschiedensten Stellen ihre Berücksichtigung fand, konnte erst in dritter Linie in Betracht gezogen werden.

Zum Zwecke der morphologischen Deutung des Laubblattes habe ich mich an verschiedenen Punkten einer außergewöhnlichen Vergleichsmethode bedient, indem ich die in metamorphosierter Form uns vorliegenden Blüten- oder Hochblätter zu Hilfe genommen habe. Diese letzteren betrachte ich, mit Rücksicht auf ihre Stipularorgane, als phylogenetisch metamorphosierte Laubblätter[1]. Der morphologische Wert solcher Hoch- oder Blütenblätter kommt dann — abgesehen von Anpassungserscheinungen an bestimmte Funktionen, wie Fortpflanzung etc. — demjenigen von Primärblättern gleich. Und diese repräsentieren ebenso wie jene, fixierte Stadien der phylogenetischen Entwickelung des Laubblattes. Bei manchen monokotylen Pflanzen kann man nur mit der eben angegebenen Methode zu einer richtigen morphologischen Deutung gewisser Stipularorgane gelangen, die im Laufe der Zeit ihre ursprünglich paarige Gestalt verloren haben.

Die Herren Geh. Regierungsrat Prof. Dr. *A. Engler* in Berlin, sowie Prof. Dr. *L. Radlkofer* in München hatten die Güte, mich mit exotischem Untersuchungsmaterial zu unterstützen. Ebenso bin ich Herrn Dr. *W. Neger* zu Dank verpflichtet, der einige umfangreiche monokotyle Pflanzenfamilien in dem Münchner Herbar in dem von mir angedeuteten Sinn durchgesehen hat und mir darüber Bericht erstattete.

Sämtliche Nebenblattgebilde der Monokotyledonen lassen sich auf drei Typen verteilen, die ich bezeichne als:

I. Stipulae laterales,
II. Stipula adnata,
III. Stipula axillaris.

Den ältesten Typus repräsentieren die seitlichen Stipeln, während die axilläre Stipel den jüngsten vorstellt. Bei Typus II und III lässt sich wieder eine „offene" und eine „geschlossene" Stipula adnata bezw. Stipula axillaris unterscheiden.

[1]) Zur weiteren Orientierung verweise ich den Leser auf das weiter unten (pag. 19 f.) Gesagte, sowie auf *C. Schaeffer* (pag. 26), der auch die ganze einschlägige Litteratur aufführt.

I. Stipulae laterales.

Einer der ersten deutschen Botaniker, der im Anschluß an *de Candolle*[1]) eine wissenschaftliche Definition der freien seitlichen Stipeln, — allerdings mit Rücksicht auf die Dikotyledonen — gegeben hat, dürfte *Bischoff*[2]) sein. Letzterer bezeichnet sie im Jahre 1843 als „blattartige Organe, welche zu beiden Seiten am Grunde des Blattstiels sitzen, meist von gleicher Substanz, wie die Blätter, aber in Gestalt und Größe von diesen sehr oft verschieden". Diese Definition fand erst im Jahre 1861 durch die wertvollen Untersuchungen von *Eichler*[3]) eine wichtige Ergänzung. *Eichler* erblickt das wesentlichste Moment der Charakterisierung der Stipulae darin, dass sie entwickelungsgeschichtlich aus dem Blattgrunde ihre Entstehung nehmen.

Die meisten Morphologen[4]) scheinen die Ansicht zu vertreten, dass den Monokotyledonen freie, seitenständige Stipeln in typischer Ausbildung nicht zu kommen. Trotzdem giebt es mehrere Monokotyledonen, die unzweideutige paarige Stipeln besitzen. Wenn dieselben bisher verkannt wurden, so rührt das daher, dass echte paarige Stipeln bei Monokotyledonen viel seltener angetroffen werden, als dies bei Dikotyledonen der Fall zu sein pflegt. Die paarigen Stipeln der Monokotyledonen stellen, eben so wie die der Dicotyledonen, paarige Anhängsel des Blattgrundes vor. Ihre Ausbildung kann eine verschiedenartige sein; sie finden sich bei Hydrocharis morsus ranae, Potamogeton densus, bei Najas, Althenia, bei Smilax otigera, bei mehreren Pothos-Arten und bei Ruppia.

a) Die paarigen Stipeln von Hydrocharis morsus ranae.

(Taf. I, Fig. 1—5.)

Die Schwimmblätter von Hydrocharis morsus ranae sind an ihrer Basis mit grossen, paarigen Stipeln ausgerüstet, welche der Systematiker als „Anhängsel" des Blattstieles zu bezeichnen pflegt (Fig. 1 a—c). Diese „Anhängsel" sind meines Wissens nur von zwei, bis jetzt aber unbeachtet gebliebenen Autoren, nämlich von *Rohrbach*[5])

1) *de Candolle*, Organogr. végét. pag. 334 (pag. 286 in der Übersetzung *Meissners*).

2) Lehrbuch der allgemeinen Botanik 1834; Band I., pag. 177.

3) Zur Entwickelungsgeschichte des Blattes etc. 1861, pag. 24.

4) Vergl. z. B.: *A. P. Candolle*, Organographie végétale, tom. I, p. 334; *W. Eichler* (III), pag. 22; *J. Celakovsky*, pag. 161.

5) *Rohrbach*, pag. 27.

und *Schenk*[1]) richtig als Stipeln erkannt worden. Jede Stipel ist eiförmig, oben zugespitzt und erreicht eine Länge von 1—1½ cm. An ihrer Basis ist sie einseitig mit dem Blattstiel verwachsen, während der größte, obere Teil frei ist und mehr oder minder absteht. Die Stipeln sind farblos und von häutiger Beschaffenheit. Sie werden durchzogen von mehreren parallelen und sehr feinen Leitbündeln, die besonders nach oben zu miteinander anastomosieren.

Ein etwas anderes Verhalten legen diese Stipeln an den Tag, wenn wir die bereits mehrfach beschriebenen Winterknospen oder Turionen ins Auge fassen, die bekanntlich zur vegetativen Vermehrung der Pflanze dienen. Die zwei oder drei erst gebildeten Laubblätter (Fig. 2) einer solchen Winterknospe sind nur 1—2 cm lang. Sie bestehen aus einer rudimentären Blattspreite, die zeitlebens untergetaucht bleibt, und aus zwei kräftigen, eigenartig gebauten Stipeln. Die Spreite dieser Primärblätter ist nierenförmig und sitzt einem zarten Stielchen auf. Die Stipeln stehen einander diametral gegenüber und aus ihrer Mitte erhebt sich senkrecht zu ihnen der Blattstiel. Die Stipeln haben elliptische Gestalt und sind nach außen zu schwach konvex gebogen; sie sind durchzogen von mehreren deutlichen, parallelen Nerven, die oben ein wenig miteinander anastomosieren.

Besondere Beachtung verdienen noch die zwei äußersten Hüllblätter der Winterknospe. Das untere (Fig. 3 u. 4) ist kahnförmig gestaltet, reicht nicht bis zur Spitze der Knospe und umschließt diese nur ungefähr zur Hälfte. Oben ist es durch einen medianen Einschnitt in zwei kleine, rundliche Lappen geteilt. Das andere, höher inserierte Knospenblatt (b in Fig. 4) ist kapuzenartig gestaltet und greift mit seinen beiden freien Blatträndern übereinander, so dass der ganze innere Teil der Knospe umschlossen werden kann. Es läßt sich dieses Knospenblatt im unversehrten Zustand natürlich nicht von der Knospe abschälen. In Fig. 4 sind die beiden äußersten Knospenblätter bezw. mit a und b bezeichnet.

Morphologisch sind diese beiden äußersten Knospenblätter als zwei Nebenblattpaare aufzufassen, die durch Verschmelzung von je zwei Stipeln entstanden sind. Die Richtigkeit dieser Anschauung beweist uns einmal die oben besagte Cäsur, die das untere Knospenblatt erkennen läßt; außerdem aber der Umstand, daß an der Basis des äußeren Knospenblattes nicht selten eine rudimentäre, nur wenige

[1]) *Schenk*, pag. 275.

Millimeter lange Spreite aufgefunden wird, die deutlich in einen Blattstiel und eine zugehörige Blatspreite gegliedert ist. Dieses Blättchen steht dann genau in der Mitte der Knospenblattinsertion und direkt unterhalb der Cäsur. Ein solches rudimentäres Blättchen wird meinen Beobachtungen zu Folge allemal dann gebildet, wenn die Winterknospe durch Umbildung eines ursprünglichen Schwimmblattsprosses entsteht und nicht wie gewöhnlich an der Spitze eines Ausläufers. Dieses Blättchen, das sich niemals weiter entwickelt, folgt dann allemal direkt auf das letzte Schwimmblatt, mit dem der betreffende Sproß seine Vegetation einstellt.

Mit Rücksicht auf die eben gemachten Ausführungen verhalten sich die beiden äußersten Knospenblätter des Turio morphologisch wie zwei axilläre Stipeln (siehe diese), deren zugehörige Blattspreite nur ausnahmsweise noch als Rudiment angetroffen wird. Diese Erkenntnis ist für uns von besonderer Wichtigkeit, da sie uns den Schlüssel für die rechte morphologische Deutung der axillären Stipel mit an die Hand gibt. Bei Schilderung der letztgenannten werde ich auf das eben Mitgeteilte zurückzukommen haben.

Entwickelungsgeschichte (Fig. 5). Die Entwickelungsgeschichte der Stipeln von Hydrocharis morsus ranae wurde an Winterknospen studiert. Abgesehen von den wenigen oben geschilderten Primärblättchen, deren Spreite stets rudimentär bleibt, erzeugt die Winterknospe später normale Schwimmblätter, die zum Teil in der Knospe schon vorgebildet sind. Die Vegetationspunkte solcher Turionen wurden aus dicken, medianen Längsschnitten frei präpariert und mit Eau de Javelle durchsichtig gemacht.

Die Stipeln bilden zusammen mit ihrem jeweiligen Laubblatt in frühester Jugend einen zusammenhängenden Ringwulst, der den kuppenförmigen, schwach konvexen Vegetationspunkt umgibt. Dieser Ringwulst wächst allmählich zu einem wannenförmigen Gebilde heran (Fig. 5), dessen Rand zunächst an einer gewissen (mit L in Fig. 5 bezeichnet) Stelle ein gefördertes Wachstum erkennen lässt. Dieser Teil der Anlage leitet die Entwickelung der Blattspreite ein. Schon ziemlich frühzeitig ist an noch zwei weiteren Stellen an dem Rande des Primordiums ein stärkeres Wachstum wahrzunehmen, so daß der ursprüngliche Ringwall sich in drei Teile differenziert, die isoliert von einander weiter wachsen. Der größte und älteste von diesen (mit L ev. l bezeichnet) überholt dabei rasch die beiden anderen (mit W ev. w bezeichnet) und stellt, wie schon erwähnt, die Anlage der Spreite vor, deren Stiel erst nachträglich sich herausbildet.

Die beiden anderen mit W ev. w bezeichneten Teile der Anlage werden zu den Stipeln. — Auch bei *Rohrbach* (l. c. pag. 27 f.) findet sich eine kurze Mitteilung über die Entwickelung der Stipeln, die mit meinen Beobachtungen im wesentlichen übereinstimmt.

b) Stipulae laterales von Potamogeton densus.

(Mit Taf. I, Fig. 6)

Potamogeton densus ist eine unserer einheimischen Arten, die in ihrer Gattung eine Sonderstellung einnimmt. Einmal ist sie dadurch ausgezeichnet, dass ihre Laubblätter im Gegensatz zu allen anderen Arten weder mit einer axillären Stipel noch auch mit einer Ligula versehen sind. Dann aber hat sie, wie die Systematik sich ausdrückt, „gegenständige" Blätter. Diese Gegenständigkeit ist jedoch nur eine scheinbare, welche dadurch zustande kommt, daß lange Internodien mit sehr kurzen regelmäßig abwechseln.

Während die gewöhnlichen Laubblätter keinerlei Stipularbildungen aufweisen, erzeugt die Pflanze im Stadium der Blüte ganz vereinzelt mit paarigen Stipeln ausgerüstete Laubblätter. Es ist das unterste oder auch die beiden untersten Laubblätter, die allemal an der Basis eines Blütenstandes stehen und die freie, seitliche Stipeln besitzen. Die Stipeln sind so groß, daß sie mit unbewaffnetem Auge als solche ohne weiteres erkannt werden. Die Stipeln sind unten mit dem Hauptblatt ein klein wenig noch verwachsen und sitzen mit diesem einer gemeinschaftlichen Basis an. Die Verwachsung der beiden Stipeln kann mit dem zugehörigen Laubblatt bald unvollkommener sein, wie in Fig. 6 b, bald vollkommener, wie in Fig. 6 c. Im letzteren Falle liegen dann die Ränder der Stipeln teilweise der Innenseite des Laubblattes auf. Diese letztere Verwachsungsform leitet, wie leicht einzusehen ist, schon zur Bildung der Stipula adnata über. Im Umriß können die Stipeln etwas verschiedenartig sein; bald sind sie eiförmig, bald länglich; oben sind sie zugespitzt oder abgestutzt. Auch können sie mit einer größeren oder kleineren Cäsur mitunter versehen sein (Fig. 6 b u. c). Die Stipeln sind von häutiger Konsistenz, farblos und sind von wenigen, sehr zarten Leitbündeln durchzogen. Abgesehen von Potamogeton densus habe ich die Existenz paariger Stipeln bei Potamogeton nur für gewisse Primärblätter der Keimlinge von P. fluitans, P. plantagineus und P. rufescens konstatieren können, denen sonst axilläre Stipeln eigen sind. Die seitlichen Stipeln der Primärblätter sind, wie wir weiter unten noch sehen werden, für die morphologische Deutung

der übrigen Stipularorgane von hervorragender Bedeutung. Es bilden die paarigen Stipeln den phylogenetischen Ausgangspunkt für die Stipula adnata und Stipula axillaris: und es stellt das mit seitlichen Stipeln ausgerüstete Blatt von Potamogeton densus den ältesten, uns jetzt noch erhaltenen Typus des Potameenblattes dar. (Vergleiche pag. 19 f.).

Die Untersuchung der Keimlinge von Potamogeton densus entsprach keineswegs den Erwartungen, die ich auf sie setzte; und meine Vermutung, es möchten die Keimlingsprimärblätter ebenfalls noch paarige Stipeln besitzen, hat sich als unrichtig erwiesen. Die von mir unter Wasser im Kalthaus aufbewahrten Samen hatten bis Ende Januar 1899 zahlreiche Keimpflanzen erzeugt. Ebenso wie an der fertig gebildeten Pflanze wechseln auch an der Keimpflanze längere Internodien mit sehr kurzen regelmäßig ab. Das erste Blattpaar besteht aus einem Laubblatt und dem etwas tiefer inserierten Kotyledon. Die vorhandenen 3—4 Laubblätter sind sehr schmal, lineal und umfassen die Achse mit ihrer schwach verbreiterten Basis, die aber nichts gemein hat mit den stipulierten Primärblättern, wie ich sie bei den Keimlingen anderer Potameen auffand. Der Kotyledon wird gebildet von einer sehr langen, pfriemlichen Spreite, welche zumeist die übrigen Blätter noch überragt, und einer scheidigen Basis. Feine Querschnitte durch die Keimpflanze zeigen uns, daß die Kotyledonscheide im oberen Teil offen und im unteren röhrig geschlossen ist. Das im Samen bereits kräftig entwickelte hypokotyle Glied finden wir nach der Auskeimung an seiner Basis diskusförmig angeschwollen und mit diesem „Fuß“ noch im Samen stecken. Nach unten zu entsendet diese basale Anschwellung die erste Wurzel.

c) Stipulae laterales von Najas.

(Taf. I, Fig. 7 und 8.)

Obwohl wir über die Blattformen von Najas durch *Alexander Braun*[1]) und später durch *P. Magnus*[2]) bereits gut unterrichtet sind, so blieb doch die wahre Natur der „Blattscheide“ von Najas bis jetzt verkannt.

Die Majorität aller Najas-Arten besitzt mehr oder minder deutlich ausgeprägte paarige Stipeln. Am schönsten dürften sie bei Najas graminea entwickelt sein. Es ist dies eine in Norditalien vorkommende Art, die in ihrem ganzen Habitus lebhaft an unsere einheimische Najas minor erinnert. Das Blatt von Najas graminea ist

[1]) l. c. pag. 274.
[2]) l. c. pag. 46.

schmal, lineal. Die „Blattscheide" welche die Sproßachse mehr oder minder umfaßt, geht nach oben zu beiderseits in je ein „Zähnchen" über. Diese Zähnchen sind aber nichts anderes als die freien Teile kräftig entwickelter Nebenblätter (Fig. 7). Die beiden Stipeln sind im unteren Teil seitlich mit der Blattbasis verwachsen, während sie nach oben in eine lang vorgezogene Spitze auslaufen. Ihre Länge beträgt 2—5 mm, so daß sie mit bloßem Auge noch gut wahrgenommen werden können. In gleicher Weise wie das Hauptblatt sind auch die Nebenblätter von Najas graminea am Rande mit feinen Stächelchen besetzt. Ganz ähnlich wie die Stipeln von Najas graminea sind auch die der exotischen Najas tenuifolia[1]) beschaffen.

Etwas anders als Najas graminea verhält sich Najas minor (Fig. 8). Die Basis des Laubblattes trägt ebenfalls eine große „Scheide", welche die Achse mehr oder minder umschließt. Im ausgebreiteten Zustand besteht sie aus zwei großen, hautartigen Flügeln, die sich von der schmalen Lamina deutlich absetzen. Der obere Rand dieser Flügel ist scharf gezähnelt. In Wirklichkeit haben wir es auch hier mit 2 Stipeln zu thun, die denen der Najas graminea entsprechen. Wir können uns leicht vorstellen, wie die Stipeln der Najas graminea aus unvollkommneren, wie sie Najas minor besitzt, dadurch hervorgegangen sind, daß letztere an ihrer oberen Randpartie weiterwuchsen und sich so vervollkommneten.

Genau ebenso wie Najas minor verhielten sich die Stipeln von mehreren exotischen Najas-Arten, von denen ich Najas malayana, Najas conferta, Najas indica, Najas latior und Najas horrida anführen kann.

Die Stipulae der exotischen Najas falciculata und Najas Wrightiana nehmen hinsichtlich ihrer Gestalt genau eine Mittelstellung ein zwischen denen von Najas graminea und denen von Najas minor.

Die Stipeln der von mir untersuchten Najas-Arten enthalten ohne Ausnahme keine Gefäßbündel; auch keine Phloëmstränge. Wohl aber wird die Basis der Blattspreite, die als Anheftungspunkt für die Stipeln dient, von einem stärkeren und zwei feineren Gefäßbündeln durchzogen. Der Einwand, daß infolge der fehlenden Gefäßbündel in den Stipeln, diesen die Natur von Nebenblättern nicht zukomme, ist völlig unbegründet. Wenn wir bedenken, daß alle Najas-Arten submers lebende Gewächse sind, so kann es gar nicht befremdend sein, wenn

[1]) Diese und die noch weiter unten erwähnten ausländischen Najas-Arten, die ich untersuchte, waren dem Berliner Herbarium entnommen.

wir Blattorgane antreffen, in denen die Leitungsbahnen bis zum völligen Schwunde reduziert sind.

d) Stipulae laterales von Althenia sp.

(Taf. I, Fig. 9.)

Es ist dies eine mir aus dem Berliner Herbar[1]) vorliegende Pflanze, über deren systematische Zugehörigkeit ich nicht ins Reine kommen konnte. Habituell war sie von Althenia filiformis nicht verschieden, unterschied sich aber von ihr hauptsächlich dadurch, daß ihre zarten Grasblätter an der Basis stets mit paarigen Stipeln ausgerüstet waren. Die Stipeln sind mit ihrem größten unteren Teil einseitig der Spreite angewachsen, während das obere Ende frei ist.

Die Blütenhüllblätter (Fig. 9 b) der Althenia sp. sind als spreitenlose Stipelpaare aufzufassen, die sich von denen normaler Laubblätter nur durch ihre geringe Größe unterscheiden. Sie sind offenbar infolge eines Hemmungsprozesses aus Laubblatt-Anlagen hervorgegangen, welche zu Gunsten der Blütenentwickelung eine Blattspreite nicht mehr haben anlegen können und auch nur eine geringe Ausdehnung erreichen konnten.

e) Stipulae laterales von Smilax otigera.

(Taf. I, Fig. 10.)

Diese Art sieht habituell den in Gärten vielfach kultivierten sehr ähnlich. Ihre windende Achse ist mit langgestielten, eiförmigen Blättern besetzt. Dagegen ist der unterste Teil des Blattstiels, der sonst als unscheinbare Scheide entwickelt ist, mit zwei großen, kräftigen Stipeln ausgerüstet. Diese Stipeln erreichen beträchtliche Größe und werden an den mir vorliegenden Exemplaren bis 2,5 cm lang. Oben, noch mehr aber unten sind sie in gerundete Läppchen vorgezogen. Beide Stipeln bilden zusammen mit der Blattstielbasis ein schildförmiges Gebilde, das mit tief herzförmigem Grunde den Stengel umfaßt und aus dessen Mitte nach oben zu der freie Blattstiel sich erhebt. Die Stipeln sind von fester, lederartiger Beschaffenheit und durchsetzt

[1]) Die Etikette des Berliner Herbars lautet: Zanichellia (= Althenia) Preissii Lehm. Lake Wellington. Botanical Museum of Melbourne. *Ferd. Müller, Ph.* und *M. D.* Da diese Pflanze von authentischen Exemplaren der Zanichellia Preissii hinsichtlich ihrer Stipularbildung an den Blättern wesentlich abweicht, so mag sie hier als Althenia sp. bezeichnet sein und nicht als Zanichellia, da sie keine röhrige Stipel besitzt.

von einem Maschennetz von Blattnerven. Ebenso wie zahlreiche andere Arten ist auch Smilax otigera mit Kletterranken ausgerüstet.

Die Ranken entspringen, wie das die Fig. 10 auch deutlich zeigt, aus dem Blattstiel, und ihre Insertionsstelle wird von den freien Stipelläppchen noch ein wenig überragt. Bei der Majorität der Smilaceen (z. B. S. aspera) ist die den paarigen Stipeln von Smilax otigera homologe Partie in Form einer unansehnlichen Stielscheide ausgebildet, welche ebenfalls zwischen der Anheftungsstelle der Ranken einerseits und der Insertionsstelle des Blattstieles an der Achse andererseits gelegen ist. Ich sehe in dieser Stielscheide ein Stipelpaar, das auf früher Entwickelungsstufe stehen blieb und bei Smilax otigera nur ausnahmsweise einmal seine volle Ausbildung erreichte. Häufig läuft diese „Stielscheide" oben in eine sehr schwach entwickelte, unpaare Ligula aus, so daß wir die „Stielscheide" solcher Arten als eine rudimentär gebliebene Stipula adnata auffassen dürfen.

Nicht unerwähnt mag die Stipel von Smilax discotis sein, welche eine Mittelstellung einnimmt zwischen den paarigen Stipeln und der Stipula adnata. Es genügt auf die in Fig. 34 dargestellte ganz ähnliche Stipel von Philodendron pteropus zu verweisen, die nur in sofern von derjenigen der Smilax discotis abweicht als sie bedeutend länger wird als die letztere, welche etwa 1 cm Länge erreicht. Das bei Smilax otigera vorhandene freie Blattstielstück fehlt also bei Smilax discotis; und ebenso unterbleibt auch die Ausbildung von Ranken.

Eine gänzliche Unterdrückung jeglicher Stipularbildung am Blattstiel kommt bei Smilaceen nur selten vor; so bei der Untergattung Rhipogonum (z. B. Rh. scandens, parviflorum u. a.) die eiförmigen Spreiten dieser Arten sitzen einfachen, scheidenlosen Blattstielen an.

Die Stipeln von Smilax otigera verschaffen uns ohne weiteres auch Aufschluß über die viel umstrittene Frage nach der Deutung der Smilaxranken[1]), die hier nicht übergangen werden darf.

Wohl die meisten Morphologen halten die an der Blattbasis vorkommenden Ranken von Smilax für metamorphosierte Stipeln, und bezeichnen sie daher als „Stipularranken". Diese Deutung finden wir bei *Mirbel* (Tom. II pag. 680), *Treviranus* (Tom. II pag. 138), *Seringe* (pag. 175), *De Candolle* (Théor él. pag. 321), *Trécul* (pag. 295),

[1]) Zur weitern Orientierung über die Frage nach der Natur der Smilax-Ranken verweise ich vor allem auf *G. Colomb* (pag. 28), sowie auf den von anderer Seite citierten *Delpino* (pag. 19 ff.); das letztere Werk ist mir leider nicht zugänglich gewesen.

Cauret (pag. 240 u. 257) u. a. Dieser Ansicht stehen jedoch drei andere gegenüber.

Die zweite Deutung besteht darin, daß man die Smilaxranken für besondere, rankenartige Blattabschnitte eines dreiteiligen Blattes ansieht. Diese Ansicht finden wir bei *De Mohl* (pag. 41), *Lindley* (pag. 118), *Link* (Vol. I pag. 478), *A. de St. Hilaire* (pag. 170), *Le Maout* (pag. 23) und in neuester Zeit bei *Celakovsky* (pag. 170f).

Die dritte Deutung besteht darin, daß man die Smilaxranke als eine zweiteilige Ligula auffaßt, deren separierte Läppchen rankenartig geworden sind. Diese Ansicht wird vertreten von *G. Colomb* (pag. 28 ff.).

Die vierte Deutung besteht darin, daß man die Smilaxranken als besondere, dem Blattstiel zugehörige Teile aufgefaßt hat; diese Ansicht vertritt *M. Clos* (pag. 984). Dieser Auffassung scheint auch die von *Goebel* (Organogr. II, 2, pag. 433) nahezustehen, der die Ranken von Smilax als „Neubildungen" bezeichnet, welche weder mit Stipeln noch auch mit umgewandelten Blattabschnitten etwas zu thun haben.

Daß die Smilaxranken keine umgewandelten Nebenblätter sein können, ist mit Rücksicht auf die von Smilax otigera gegebene Schilderung definitiv bewiesen. Die thatsächlich vorhandenen Stipeln dieser Art haben ja, wie wir sahen, zwischen der Rankenbasis und der Insertionsstelle des Blattstiels an der Achse ihre Lage. Ebenso ist aber auch die dritte von *Colomb* gegebene Deutung der Smilaxranken widerlegt. Würden die Ranken Abschnitte einer zweiteiligen Ligula sein, so müßten sie als direkte Fortsetzung der oberen, freien Ligulaläppchen erscheinen. Die zweite Deutung, daß die Ranken besondere Blattabschnitte eines dreiteiligen Blattes sind, ist ebenfalls zu verwerfen. Einmal sitzen die Ranken stets im unteren Teil des Blattstiels, also weit von der eigentlichen Spreite entfernt, und dann giebt es auch keine Smilaceen mit dreizähliger Spreite[1]), wenn es auch mehreren Arten[2]) giebt, deren Lamina durch zwei seichte Buchten in drei stumpfe Lappen geteilt sind. Die einzige mögliche Deutung der Smilaxranken bleibt nur die von *Clos*. Die Ranken sind, wie das Verhältnis zwischen Ranken und Stipeln bei Smilax otigera zeigt, Anhangsgebilde der unteren Blattstielpartie. Hierfür spricht auch der Umstand, daß jedenfalls bei den meisten Species der Gattung die

[1]) confer auch *Goebel*, Organographie II, pag. 433.

[2]) Deutlich dreilappige Blätter besitzen neben eiförmigen, zugespitzten; Smilax Walteri, S. medica und S. Bona-nox.

Blattspreite mit dem größten Stück des Blattstiels am Ende der Vegetationsperiode abgeworfen wird, während ein kleines basales Stück des Blattstiels zusammen mit den ansitzenden Ranken und den zugehörigen Stipeln an der Achse zurückbleibt. Etwas Ähnliches werden wir weiter unten von anderen Monokotyledonen kennen lernen, deren Stipula adnata die assimilierende Blattspreite abwirft.

Bei gewissen Species fehlen die Ranken gänzlich; so bei allen zur Untergattung Rhipogonum gehörigen Arten, bei Smilax Myrtillus u. a., welche mehr strauchartigen Habitus und keine windende Achse besitzen. Bei einer Reihe von anderen Formen[1]) unterbleibt an denjenigen Ästen, welche die Blütenstände tragen, die Ausbildung der Ranken zumeist bis auf winzige Rudimente, was jedenfalls darauf zurückzuführen ist, daß die zum Aufbau der Ranken nötigen Baustoffe zu Gunsten der Ausbildung von Blüten und Früchten verwendet werden müssen.

f) Stipulae laterales von Pothos.

(Taf. II. Fig. 11—13.)

Am ausgeprägtesten dürften die freien Stipel bei Pothos longifolius (Fig. 11) und Pothos Cathcarti (Fig. 12 b) sein. Bei beiden variieren die Blätter nur wenig in Gestalt und Größe, und sitzen einer dünnen, scheinbar emporkletternden Achse an. Der obere Teil des Blattes wird gebildet von einer eiförmigen, zugespitzten Blattspreite; der untere Teil des Blattes besteht aus einem flach ausgebreiteten Gebilde von der Gestalt eines spitz zulaufenden, gleichschenkligen Dreiecks, welches man in der Systematik als „Blattscheide" zu bezeichnen pflegt. Letztere wird durchzogen von einer kräftigen Mittelrippe, die sich direkt in diejenige der Blattlamina fortsetzt. Ich erblicke in dieser „Blattscheide" einen langen Blattstiel, dem seitlich zwei lange Stipeln angewachsen sind. Andere Pothos-Arten, wie Pothos Beccarianus (Fig. 14) und Pothos remotiflorus dürften diese Auffassung zur Genüge rechtfertigen; beide besitzen elliptische Spreiten, die von einfachen und oberseits nur schwach gefurchten Blattstielen getragen werden. Die Entwickelung der Stipeln ist hier an den Stielen eben unterblieben. Abgesehen von den eben besagten elliptischen Blättern erzeugen die beiden letztgenannten Pothos-Arten an bestimmten Sprossen auch noch eiförmige oder fast rundliche, die sehr kurzen Stielen ansitzen.

[1]) So bei Smilax eucalyptifolia, S. floribunda, S. robusta, S. laurifolia, S. hypoglauca, S. China u. a.

Bei Pothos Papuanus, clavatus und elegans sind die Stipeln an ihrem Ende abgerundet (Fig. 13) und nicht in Öhrchen ausgezogen, wie das bei Pothos Cathcarti und Pothos longifolius der Fall ist.

Bei Pothos Cathcarti und anderen verwandten Arten gehen den normalen Laubblättern Niederblätter vorher (Fig. 12 a), welche der Hauptsache nach aus einem Blattstiel mit zwei anhaftenden Stipeln bestehen, die allerdings nicht so deutlich ausgebildet sind als bei dem Laubblatt. Die Laubspreite solcher Niederblätter ist dann in Gestalt winziger Rudimente noch erhalten. Noch weiter geht die Reduktion der Spreite bei den an der Basis eines Blütenstandes befindlichen Niederblättern, sowie bei der Spatha. Beide werden meist nicht über 1,5 cm lang, sind länglich und von kahnförmiger Gestalt. Die Spreite ist hier nur noch in Gestalt eines kleinen dunklen Spitzchens vorhanden, das als Überbleibsel der Spreitenmittelrippe aufzufassen ist.

g) Stipulae laterales von Ruppia.

(Taf. II. Fig. 15.)

Die Blätter von Ruppia rostellata besitzen an ihrer Basis ebenfalls eine breite „Scheide", die in ihrer natürlichen Stellung rinnenförmig den Stengel umschließt. In Wirklichkeit setzt sich jedoch diese Scheide zusammen aus zwei langen schmalen Stipeln, die mit ihrer einen Längsseite der linealen Spreitenbasis angewachsen sind. Beide Stipeln setzen sich oben rechtwinkelig an die lineale Spreite an. Die Stipeln von Ruppia rostellata sind denen von Althenia sp. homolog und unterscheiden sich von letzteren hauptsächlich durch das Fehlen freier Stipelläppchen.

Rudimentär ausgebildete Stipulae laterales.

(Taf. II, Fig. 16 und 17.)

Die rudimentär ausgebildeten Stipulae laterales können als solche nicht ohne weiteres erkannt werden. Sie stellen mehr oder minder stark entwickelte „Scheiden" vor. Mit Hilfe des systematischen Vergleiches können sie zumeist als paarige Stipeln aufgefaßt werden, welche auf einem jugendlichen Entwickelungsstadium stehen geblieben sind. Solche rudimentäre seitliche Stipeln finden wir bei Hydrochariten, bei Smilaceen, bei Najadeen und Araceen.

Zunächst sei die zu den Hydrochariteen gehörige, marine Thalassia erwähnt, bei welcher die Stipeln verhältnismäßig noch am deutlichsten ausgebildet sind. Die zwei einzigen Arten der Gattung Th. Hemprichii und Th. testudinum besitzen bandförmige, untergetauchte Blätter. Bei beiden finden wir an der Blattbasis flügelartige

Ansätze vor (Fig. 16), welche in ihrer natürlichen Lage die Basis der jüngeren Blätter umschließen.

Mit Rücksicht auf die nahe Verwandtschaft von Hydrocharis morsus ranae dürfen wir die Blattansätze von Thalassia als Rudimente paariger Stipeln auffassen. Hierfür spricht auch der Umstand, daß die Blattbasis von Thalassia mit ihren rudimentären Stipeln sich ähnlich verhält wie die Stipula aduata anderer, der Thalassia nahestehender Gattungen. Ähnlich wie gewisse Potameen (Zostera, Posidonia, Cymodocea) wirft die scheidige Basis von Thalassia später ihre assimilierende Spreite ab. Dabei fault die Spreite an derjenigen Stelle durch, an welcher die Ligula ihren Sitz haben sollte. Die Blattbasis bleibt mit ihren rudimentären Stipeln an der Achse zurück, um später zu zerfasern. Sie ist offenbar äquivalent der Stipula adnata, die aber ihrerseits wieder eine Modifikation der Stipulae laterales vorstellt.

Hinsichtlich der Smilaceen habe ich bereits oben darauf hingewiesen, daß die Mehrzahl derselben nur rudimentäre Stipulae laterales besitzt. Sie sind entwickelt in Gestalt von Blattstielscheiden, die zwischen der Ansatzstelle des Blattstieles an der Achse und zwischen der Rankeninsertion am Stiel ihre Lage haben.

Die rudimentären Stipulae laterales der Najas flexilis (Fig. 17) und der exotischen Najas punctata erscheinen als blosse Verbreiterung der linealen Spreite, die schwach stengelumfassend ist. Ich halte es für sehr wahrscheinlich, daß die Scheidenbildung dieser beiden Najadeen ausnahmsweise durch nachträgliche Reduktion ursprünglich vorhandener Stipulae laterales zustande gekommen ist, da ja die Mehrzahl der Najas-Arten mit wohl entwickelten seitlichen Stipeln ausgerüstet ist.

Schließlich muß noch eine große Anzahl Araceen hierher gezogen werden, deren Blattstiele infolge von „Anhängseln" an der Basis scheidig sind. Jedenfalls lassen die paarigen Stipeln von Pothos eine solche Deutung für diese Stiel-Anhängsel zu, die bald mehr, bald minder scharf sich an den Blattstiel ansetzen können.

Unter den Dicotyledonen giebt es ein Analogon zu den rudimentären paarigen Stipeln der Monokotyledonen, wie ich sie eben geschildert habe. *Eichler* faßt in seiner jetzt öfters citierten Arbeit die Blattscheide der Umbelliferen und Ranunculaceen als eine besondere Modifikation paariger Stipeln auf. Auf pag. 35 heißt es: Diese „Scheidenbildungen stellen sich als mehr oder minder häutige Ausbreitungen am Grunde des Blattstieles dar, die von diesem unter

einem bald spitzeren, bald stumpferen Winkel deutlich abgesetzt sind. Nur selten ist letzteres nicht der Fall und die Scheide „verläuft" alsdann stetig in den Blattstiel. Ihre oberen Enden bilden meist abgerundete Läppchen, welche in manchen Fällen mit einander und auch wohl mit der Innenfläche des Blattorganes verbunden sind (Foeniculum, Cicuta). Die Größe des ganzen Scheidenorganes, wie auch die der freien Enden ist sehr variabel".

Eichler stützt seine Anschauung hauptsächlich mit der Entwickelungsgeschichte; die „Stipularscheide" ist (pag. 36) in einem gewissen Stadium der Entwickelung keineswegs verschieden von paarigen Stipeln.

Während die Stipulae laterales stets in Gestalt paariger Organe auftreten, stellt die Stipula adnata sowohl, als auch die Stipula axillaris stets ein unpaares Blättchen vor. Die Stipula adnata bildet mit ihrem jeweiligen Laubblatt ein zusammengehöriges Ganze und ist stets mit demselben „verwachsen". Die Stipula axillaris dagegen erscheint im fertigen Zustand als ein in der Blattachsel sitzendes Blättchen. Betrachten wir zunächst die erstgenannte.

II. Stipula adnata.

Alle Monokotyledonen, deren „Blattscheide" oben mit einer sogenannnten „Ligula" endet, gehören hierher. Die Ligula ist bekanntlich ein kleines, meist hautartiges Anhängsel des Blattes, das sich an der Grenze von Blattscheide und Blattspreite erhebt. Die morphologische Natur der Ligula ist viel umstritten worden und auch heute sind die Ansichten über dieselbe noch geteilt.

Die einen erblicken in der Ligula ein besonderes Organ, das in keinen morphologischen Zusammenhang mit echten Stipularorganen gebracht werden darf. Eine Ansicht, die gegenwärtig unter Botanikern die herrschende sein dürfte.

Die anderen dagegen versuchen die Ligula in Zusammenhang mit echten Stipularorganen zu bringen. *St. Hilaire*[1]) dürfte als erster einen derartigen Versuch gemacht haben. Seiner Ansicht nach ist die Ligula der oberste, freie Teil einer blattachselständigen Stipel, die mit ihrem größeren unteren Teil, mit der Basis des zugehörigen

[1]) l. c. pag. 193 f.

Blattes verschmolzen ist. Fast genau die gleiche Auffassung der Ligula äußerte später im Jahre 1860 *Cosson*[1]), der zum erstenmal auf die Homologie aufmerksam machte, die zwischen dem Blatt von Potamogeton pectinatus und dem der Gramineen besteht. *Cosson* findet im Jahre 1887 einen Anhänger seiner Theorie in *Colomb*[2]). Eine dritte Deutung der Ligula hat neuerdings *Celakovsky*[3]) gegeben. Seiner Ansicht nach ist die Ligula, zunächst die der Gramineen, das Homologon einer axillären Stipel.

Meinen eigenen Beobachtungen zufolge steht die Ligula in der That mit echten Stipeln in Zusammenhang. Die Ligula ist hervorgegangen durch Verschmelzung der freien Teile zweier Stipulae laterales und sie entspricht, wie *St. Hilaire* bereits richtig erkannte, dem obersten Teil einer axillären Stipel.

Den Schlüssel für die morphologische Deutung der Ligula giebt uns die Gattung Potamogeton. Die

Keimungsgeschichte von Potamogeton

(Taf. II, Fig. 18—22)

ist für das rechte Verständnis des Nachfolgenden von der größten Bedeutung. Ich muß daher zunächt auf dieselbe eingehen.

Die von mir untersuchten Arten sind Potamogeton polygonifolius, P. fluitans, P. rufescens und P. plantagineus[4]). Die aus Samen gezüchteten Keimlinge waren in 10—20 cm tiefem Wasser kultiviert worden. Habituell sind sie ziemlich gleichartig. Der Kotyledon (Fig. 18 c) trägt eine pfriemliche, oft mehrere cm lang werdende Lamina, die im reifen Samen bereits weit vorgebildet und nach Art einer Spiralfeder eingerollt ist. Der untere Teil des Kotyledons trägt zwei häutige Anhängsel (=s), welche die Sproßachse umschließen und die morphologisch als Stipulae laterales aufgefaßt werden dürfen (Fig. 19). Die auf den Kotyledon folgenden Primärblätter sind bei Potamogeton rufescens, P. fluitans und P. plantagineus lineal — lanzettlich und bei P. polygonifolius lineal (Fig. 18). Die Primärblätter der erstgenannten Arten lassen mit Rücksicht auf ihre Stipelbildungen drei verschiedene Generationen erkennen.

---

[1]) l. c. pag. 716.

[2]) l. c. pag. 37, ff.

[3]) l. c. pag. 164, ff.

[4]) Die Samen von Potamogeton polygonifolius stammten von Genk bei Hasselt in Belgien; die von P. fluitans aus dem Neckar bei Heidelberg; die von P. rufescens von Baiersdorf bei Erlangen; und die von P. plantagineus von Waaghäusel bei Speyer.

Die Primärblätter der ersten Blattgeneration sind mit paarigen Stipeln ausgerüstet. Von diesen Primärblättern werden ein bis zwei erzeugt (letzteres häufig bei Potamogeton rufescens und P. plantagineus). Die Stipeln (= s in Fig. 20 u. 21 a) sind lang, schmal und setzen sich oben spitzwinkelig von der Blattbasis ab, mit der sie zusammen eine sogenannte „Blattscheide" konstituieren. Die Stipeln dieser Primärblätter sind von denen zahlreicher Rosa-Arten durchaus nicht verschieden.

Die Blätter der zweiten Blattgeneration dagegen besitzen eine „Blattscheide", welche nach oben mit einer Ligula endet. Es umfasst diese zweite Blattgeneration je nachdem 2—4 ligulierte Laubblätter. Und zwar ist die Ligula dieser Blätter um so größer, je höher das betreffende Primärblatt an der Sproßachse inseriert ist (vergl. Fig. 21 c u. d, sowie Fig. 22 a u. b). Die Ligula ist offenbar dadurch zu stande gekommen, daß die freien Stipelenden, wie sie der ersten Blattgeneration eigen sind, miteinander verschmolzen sind zu einem unpaaren Blättchen, das man „Ligula" nennt. Ich möchte hier ausdrücklich bemerken, daß ich das Wort Verschmelzung phylogenetisch verstanden wissen möchte. Es ist sehr unwahrscheinlich, daß es sich um eine Verschmelzung im ontogenetischen Sinne handelt, da es ja auch nicht gelingt, wie ich weiter unten zeigen werde, die axilläre Stipel von Potamogeton auf diesem Wege von getrennten Primordien herzuleiten. Den Verschmelzungsprozeß können wir uns leicht erklären, wenn wir die Figuren 21 a, b und c miteinander vergleichen. Fig. 21 a trägt paarige Stipeln (s) mit freien Stipelenden, während das Blatt in Fig. 21 c eine normale Ligula trägt. In der Mitte zwischen diesen beiden steht Fig. b. Bei den mit i bezeichneten Stellen ist die Bildung der Ligula bereits eingeleitet. Es sind die untersten Teile freier Stipelenden, die sich durch Übergreifen über die eigentliche Blattfläche einander genähert haben. In Fig. c sind die gleichen Teile i bereits miteinander verschmolzen und haben zur Bildung einer Ligula geführt. Nur die große mediane Cäsur der Ligula, die in Fig. c und d sichtbar ist, deutet noch darauf hin, daß die Ligula durch Verwachsung paariger Organe hervorgegangen sein muß.

Bei Potamogeton polygonifolius und mitunter auch bei P. fluitans unterbleibt die Bildung der ersten Blattgeneration und es treten von vornherein ligulierte Laubblätter auf.

Die Ligula ist, wie wir jetzt gesehen haben, ein unpaares Organ, das durch Verschmelzung von zwei freien Stipelenden entstanden

ist. Die an die Ligula nach unten zu anstoßende „Blattscheide" dagegen ist ein aus drei Teilen bestehendes Gebilde, (Fig. 21 c) das mittlere Stück (=b) ist der unterste Teil des Blattes oder richtiger des Blattstiels. Die beiden mit s bezeichneten Teile sind die unteren mit dem Blattstiel verwachsenen Teile zweier Stipeln. Eine so entstandene Stipel nenne ich „Stipula adnata", eine Bezeichnung mit der ich keineswegs einen entwickelungsgeschichtlichen Begriff verbunden wissen möchte[1]). Den unteren, mit St. bezeichneten Teil nenne ich „Stipularscheide". Den oberen aus zwei Stücken kombinierten Teil nenne ich, wie das bisher auch zu geschehen pflegte, „Ligula" (=l). Diese Bezeichnung kann jedoch nur mit einem gewissen Vorbehalt in Anwendung gebracht werden. Ein Vergleich der Fig. 21 c u. d lehrt uns, daß der Begriff „Ligula" bald ein engerer, bald ein weiterer sein muß, entsprechend dem jeweiligen Größenverhältnis, das zwischen Ligula und Stipularscheide besteht. Die Ligula (=L) von Fig. 21 d kann gewiß nicht parallelisiert werden mit der Ligula l von Fig. 21 c. Der obere Teil ($=l_1$) entspricht etwa bis zu der von mir gezogenen Horizontallinie wirklich der Ligula l von Fig. 21 c. Der untere Teil der Ligula dagegen ($=l_2$) ist offenbar dadurch entstanden, daß ein ebenso langes Stück der Stipularscheide von Fig. 21 c sich gespalten hat in eine innere Partie ($=l_2$), die jetzt als ein Teil der Ligula erscheint, und in eine äußere Partie, die jetzt ein Stück der Blattstielbasis vorstellt. Letzteres ist in Fig. d nicht besonders bezeichnet. Somit ist der untere Teil der Ligula $=l_2$ homolog der mittleren Partie von zwei seitlichen Stipeln, die mit ihren inneren Rändern verwachsen sind. Je höher die Primärblätter der zweiten Blattgeneration an der Achse inseriert sind, um so vollkommener ist die Spaltung der ursprünglichen Stipularscheide, und um so größer wird die Ligula (=L).

Die dritte Primärblattgeneration ist durch die Existenz freier, achselständiger Stipeln (Stipulae axillares) ausgezeichnet (Fig. 21 f u. g). Die Spaltung der ursprünglichen Stipularscheide hat die äußerste Grenze erreicht und die „Ligula" L hat blattachselständige Lage

[1]) Ältere Autoren haben mit der Bezeichnung Stipulae adnatae besonders ausgebildete paarige Stipeln belegt. So bezeichnete man die Stipeln von *Lupinus*, von vielen Trifolium-, von Potentilla- und Rosa-Arten als Stipulae adnatae. In Wirklichkeit aber handelt es sich um paarige Stipeln, die nur im obersten Teil frei sind, während sie bei anderen Pflanzen (z. B. Tilia und Quercus) dem Blattstiel gegenüber eine mehr selbständige Stellung einnehmen (siehe auch *Eichler* IV. pag. 34).

angenommen. Solche achselständige „Ligulae" müssen aber jetzt als Axillarstipeln bezeichnet werden. Weitaus der größte Teil einer solchen Stipel ist homolog zwei seitlichen Stipeln, die mit ihren inneren Rändern verwachsen sind; und nur eine kleine obere Partie dieser Stipel (=l in Fig. 21 f) entspricht einer Ligula im eigentlichen Sinn. Die Blattspreiten der dritten Primärblattgeneration weichen von denjenigen fertiger Laubblätter durch ihre geringe Größe und zum Teil auch noch durch ihre lineale oder lineal-lanzettliche Gestalt ab.

Daß es sich bei der Bildung der Stipula axillaris wirklich um ein Spaltungsprodukt einer ursprünglichen Stipularscheide handelt, lehrt auch das Studium des Gefäßbündelverlaufes.

In Fig. 21 e ist eine Stipula adnata dargestellt, wie sie etwa der Fig. 21 d entspricht. Die Stipularscheide wird von parallelen Nerven durchzogen; die in der mittleren Partie der Stipularscheide gelegenen Nerven (mit 1—3 bezeichnet) sind am stärksten und ihre Fortsetzung nach oben in den freien Teil des Blattes ist hier nicht zu sehen. Vergleichen wir nun mit dieser Stipularscheide die Basis eines Primärblattes der dritten Blattgeneration, das eine freie, axilläre Stipel trägt (Fig. 21 g). Die Basis eines solchen Blattes wird durchzogen von fünf parallelen Nerven (mit 1—3 bezeichnet), von denen der mittlere am stärksten ist. Die zu diesem Blatt gehörige Stipel (Fig. 21 f) wird durchzogen von vier größeren Nerven; je zwei gehören den Flanken der Stipel an und fusionieren oben miteinander (mit IV und V bezeichnet). In dem mittleren Teil der Stipel kann man nur mit Mühe einige wenige sehr feine Nerven noch auffinden. Aus diesem Vergleich geht offenbar hervor, daß in der Stipularscheide von Fig. 21 e sowohl die Nerven einer axillären Stipel als auch die einer freien Blattbasis gleichzeitig enthalten sind. Die fünf mittleren Nerven der Stipularscheide, die mit arabischen Ziffern bezeichnet sind, gehören dem Blattgrunde an, wie er in Fig. 21 g dargestellt ist, während die rot gezeichneten Nerven (mit IV und V bezeichnet), welche in den Flanken der Stipularscheide liegen, der Stipel angehören.

Aus dem eben geschilderten Verhalten der Stipularbildungen an den Primärblättern von Potameenkeimlingen lassen sich hinsichtlich der Zusammengehörigkeit der verschiedenen Stipelbildungen drei wichtige phylogenetische Schlüsse ziehen, die etwa in folgender Weise formuliert werden können:

I. Die paarigen Stipeln stellen den phylogenetisch ältesten Typus vor, der als Ausgangspunkt für alle anderen Stipularorgane gedient hat. Die Primärblätter

mit paarigen Stipeln nehmen die tiefste, unterste Region an der Sproßachse des Keimlings ein.

II. Die Stipula adnata stellt den phylogenetisch zweitältesten Typus vor. Die mit einer Stipula adnata ausgerüsteten Primärblätter nehmen die zweite Region an der Sproßachse des Keimlings ein. Die für diese Stipel charakteristische Ligula ist durch Verschmelzung der freien Enden paariger Stipeln entstanden.

III. Die Stipula axillaris stellt den phylogenetisch jüngsten Typus vor. Die Primärblätter mit axillärer Stipel nehmen die dritte und höchste Region an der Sproßachse des Keimlings ein, sie sind zuletzt gebildet worden. Diese Stipula axillaris ist dadurch aus der Stipula adnata entstanden, daß eine Spaltung der Stipularscheide stattgefunden hat.

Im Nachstehenden werden wir noch einige andere Argumente kennen lernen, welche für die Richtigkeit der von mir aufgestellten Sätze sprechen und auf welche ich hier noch kurz verweisen muß.

Die Stipula adnata („Stipulartute") der Polygoneen entsteht durch ontogenetische Verschmelzung paariger Stipeln (pag. 33 f.).

Die Stipula axillaris von Melianthus major entsteht durch ontogenetische Verschmelzung getrennter Primordien, die paarigen Stipeln homolog sind (pag. 63).

Die Stipula adnata von Hedychium zeigt an den Primärblättern oft eine zweilappige Ligula, während dem die Ligula fertiger Laubblätter ungeteilt ist (pag. 26).

Bei Artocarpus integrifolia besitzt die „Tute" an den Keimpflanzen einen Einschnitt, „der die Zusammensetzung aus zwei Nebenblättern erkennen läßt", während die fertige Pflanze eine unpaare Tute (= Stipula axillaris) besitzt[1]).

Je nachdem die Ränder der Stipularscheide einer Stipula adnata frei oder miteinander verwachsen sind, unterscheide ich eine „offene" und eine „geschlossene" Stipula adnata.

A. Offene Stipula adnata.

Diese hat stets zwei freie Blattränder. In der Regel berühren sie sich oder sie greifen ein wenig übereinander, so daß die Stipel röhrige Gestalt annimmt. Seltener bleiben die Ränder von einander entfernt, so daß die Stipel rinnenförmige Gestalt aufweist. Entsprechend dem jeweiligen Größen-Verhältnis der Ligula zur Stipular-

[1]) Nach *Goebel*, Organographie II, 2., pag. 563.

scheide unterscheide ich eine Stipula adnata a) mit großer, b) mit kleiner und c) mit fehlender Ligula.

a) Offene Stipula adnata mit grofser Ligula.

Unter den von mir untersuchten Monokotyledonen können nur wenig Formen hier genannt werden. Zwei Hydrochariteen: Hydrocharis asiatica und Limnobium Spongia. Einige Araceen: Rhynchopyle elongata, Microcasia elliptica, M. pygmaea und Calla palustris. Schließlich einige Potameen: Althenia filiformis var. Barrandonii, Potamogeton pectinatus und P. striatus.

Offene Stipula adnata bei Hydrochariteen (Taf. II, Fig. 23). Zunächst sei Hydrocharis asiatica[1]) genannt. Habituell ist diese Pflanze von unserer einheimischen Hydrocharis morsus ranae nicht verschieden. Das basale „Anhängsel", welches den Schwimmblattstiel auszeichnet, ist eine große, offene Stipula adnata (Fig. 23). Sie ist dorsal, fast ganz an der Basis mit dem Schwimmblattstiel verwachsen; läßt sich aber zusammen mit diesem leicht von der Sproßachse ablösen. Die Ligula (= L) nimmt den größten Teil der Stipel ein und ist 4—5mal so lang als die Stipularscheide (= S). In ausgebreiteter Lage maß die Stipel eines wohl entwickelten Schwimmblattes 30 mm Höhe und an der Basis 16 mm Breite. Die Stipel hat zarte, häutige Beschaffenheit und umgiebt, kahnförmig zusammengelegt, ursprünglich die jüngeren Blatt- und Stammteile; durchzogen wird die Stipel von zahlreichen sehr zarten und parallelen Nerven.

Genau ebenso wie Hydrocharis asiatica verhält sich Limnobium Spongia[2]). Die Pflanze wird durchschnittlich etwa 10 cm lang und bildet lang gestielte Laubblätter mit einer rundlichen, schwach herzförmigen und etwas zugespitzten Blattspreite. Jeder Blattstiel trägt an seiner Basis eine große häutige Stipula adnata, die nur halb so groß wird als die von Hydrocharis asiatica, im übrigen aber keineswegs von ihr abweicht.

Abgesehen von Hydrocharis und Limnobium gehört zu den Hydrochariteen (s. st.) noch die Gattung Hydromystria, von der ich aber leider keinen Vertreter untersuchen konnte. Die Stipula adnata

[1]) Die Etikette des Berliner Herbars lautet: Hydrocharis asiatica Miq.; Maximowicz, Iter secundum; Japonia, Jokohama, 1862; Ex herb. horti bot. Petropolitani.

[2]) So verhalten sich die aus dem Berliner Herbar mir vorliegenden Exemplare, während von anderer Seite wieder angegeben wird, dafs Limnobium „keine Anhängsel" am Blattstiel besitzen soll.

von Hydrocharis asiatica und Limnobium Spongia ist ein Homologon der paarigen Stipeln von Hydrocharis morsus ranae. Die große Ligula dieser Stipel ist offenbar ein phylogenetisches Verschmelzungsprodukt freier Stipellappen, wie sie sich gegenwärtig nur noch bei Hydrocharis morsus ranae vorfinden.

Offene Stipula adnata mit grosser Ligula bei Araceen (Tafel II, Fig. 24—27). Eine derartige Stipel besitzen die Blätter von Rhynchopyle, Microcasia und Calla. Die von mir untersuchten Vertreter sind Rhynchopyle elongata, Microcasia elliptica, M. pygmaea und Calla palustris. Die Ligula dieser Arten ist im Vergleich zum zugehörigen Laubblatt stets sehr kräftig entwickelt; oft wird sie mehrmals länger als die Stipularscheide; sie ist stets von derber, lederartiger Konsistenz und niemals häutig, wie bei den zuvor geschilderten Hydrochariteen.

Rhynchopyle elongata ist ein etwa fußhohes Kraut, das in Borneo zu Hause ist und elliptische, langgestielte Blätter trägt. Die Ligula der Stipel wird 2—6 mal so lang als die zugehörige Stipularscheide (Fig. 24). Sie erreicht eine Länge von 58—85 mm; an der Basis mißt sie 8 bis 10 mm (in extenso) und auf dem Rücken trägt sie, ähnlich wie die axillären Stipeln bei vielen Potamogeton-Arten, zwei kielartig vorspringende Leisten, zwischen welchen der Blattstiel der betreffenden Stipel während der Knospenlage sich befand.

Ganz ähnlich verhalten sich die beiden, ebenfalls in Borneo einheimischen Microcasia-Arten. M. elliptica ist ein etwa 10 cm hohes Kraut, dessen gestielte, elliptische Blätter an der Basis mit einer ungefähr 30 mm langen Stipel ausgerüstet sind (Fig. 25). M. pygmaea ist eine kleine, zwergige Aracee, die nur wenige cm hoch wird; ihre spateligen Blätter tragen an der Basis eine 4—6 mm lange Stipel (Fig. 26).

Bei Calla palustris[1] (Fig. 27) trägt jedes Blatt an seiner Basis eine große, kräftig entwickelte Sipula adnata von lang zugespitzter, kegelförmiger Gestalt. Die Ligula (= L) ist $1^1/_2$—$^1\,2$ mal so groß als die zugehörige Stipularscheide (= S). Die Ligula ist ebenso wie die Stipularscheide von fester, fast lederartiger Konsistenz. Ihre Innenseite ist weißlich und ihre Außenseite grün. Gewaltsam in eine

[1]) Das von mir untersuchte Material dieser Pflanze wurde von mir im April 1899 in einem Waldsumpf am Valzner Weiher in der Nähe von Nürnberg gesammelt und von da in den Heidelberger botanischen Garten übertragen. Die Kulturpflanzen sowohl, als auch die im Spätherbst desselben Jahres am nämlichen Standort gesammelten Exemplare verhielten sich ganz gleich.

Fläche ausgebreitet, zeigt die Stipel die Gestalt eines gleichschenkeligen Dreiecks, das 48—87 mm hoch und an der Basis 18—44 mm breit wird.

Im Querschnitt betrachtet wird die Ligula bis über einen Millimeter dick. Sie besteht aus ziemlich gleichartigen parenchymatischen Zellen, welche eine größere Anzahl Luftkanäle einschließen. Die Ligula wird von mehreren rudimentären Gefäßbündeln durchzogen. Auf der Rücken- (= Außen-) Seite der Stipel finden sich vereinzelte Spaltöffnungen vor; auf der Innenseite dagegen fehlen sie. Auch Bastfaserelemente sind keine vorhanden.

In entwickelungsgeschichtlicher Hinsicht entsteht die Stipel von Calla palustris als eine Zellwucherung auf der basalen Innenseite der ursprünglichen Blattanlage. In frühester Jugend hat sie die Gestalt eines halbkreisförmigen Ringwalles, der sich allmählich nach Art eines Kegelmantels über den Vegetationspunkt zusammenschließt, wobei die freien Ränder der Stipel übereinandergreifen, ohne aber miteinander zu verwachsen.

Gemäß der Mitteilung mancher Autoren erzeugt das Rhizom von Calla palustris vielfach auch Niederblätter. Ich habe solche weder in meinen Kulturen noch auch an Lokalitäten in der freien Natur beobachten können. Ihre Bildung dürfte auf schlechte Ernährung der Pflanze zurückzuführen sein. In morphologischer Hinsicht müssen sie als Stipulae adnatae bezeichnet werden, an denen die Entwickelung der Spreite unterdrückt wurde.

Rhynchophyle *Grabowskii*[1]) besitzt, so viel ich einer mir vorliegenden Abbildung entnehme, eine Stipula adnata, welche von derjenigen der Calla palustris habituell wenigstens nicht verschieden sein dürfte. —

Die Stipula adnata von Rhynchopyle, Microcasia und Calla ist homolog den paarigen Stipeln oben erwähnter Pothos-Arten. Und entstanden ist sie durch pylogenetische Verschmelzung paariger Stipelteile, damit die den Stipeln zukommende Funktion, die Stammknospe zu schützen, in erhöhtem Maße verrichtet werden kann.

Die offene Stipula adnata von Althenia filiformis var. Barrandonii[2]) (Taf. II, Fig. 28). Habituell ähnelt die Pflanze unserer Zanichellia palustris, zeigt aber überall da, wo Blütenstände auftreten, köpfchenförmig zusammengedrängte Laubblätter, die zu innerst die sehr primitiven Blüten einschließen. Jedes

[1]) Siehe die Abbildung Nr. 196 in *Englers* Exsiccatenwerk der Araceae.

[2]) Das untersuchte Material stammte von Montpelier.

Laubblatt trägt an seiner Basis eine große Stipula adnata (Fig. 28a). Sie ist farblos, häutig und zeigt oben eine tiefe, scharfe Cäsur. Die Stipula ist zumeist eben so lang als die untere Stipularscheide. Die offene Stipula adnata von Althenia filiformis ist paarigen Stipeln homolog, wie sie die systematisch nahe stehende Althenia sp. aufweist. Entstanden ist die Ligula dieser Stipel durch phylogenetische Verschmelzung freier Stipelteile, und als Zeichen dieses Verschmelzungsprozesses ist die tiefe, mediane Cäsur der Ligula noch erhalten geblieben.

Untersucht man die die Blüten einschließenden Blattschöpfe etwas näher, so findet man, dass die Blätter mit Annäherung an die Blütenteile eine allmählich kürzer werdende Blattspreite und eine allmälich kleiner werdende Stipula adnata aufweisen (Fig. 28 b, c, d). Die den Blütenteilen zunächst stehenden Laubblätter oder richtiger Hochblätter besitzen entweder eine aufs äußerste reduzierte Spreite (Fig. 28e) oder gar keine mehr. Letzteres gilt auch von den „Blütenhüllblättern" (Fig. 28f). Solche spreitenlose Hochblätter entsprechen einer einfachen Stipula adnata. Die zwischen den normalen Laubblättern und den Blüten befindlichen Hochblätter zeigen somit eine fortlaufende, in Reduktion befindliche Entwickelungsreihe, die mit dem normalen Laubblatt beginnt und mit einer einfachen, an Größe selbst noch reduzierten Stipula adnata endet. Die Hochblätter von Althenia filiformis sind somit als metamorphosierte Laubblätter aufzufassen, die zu Gunsten der Bildung von Fortpflanzungsorganen eine nur rudimentäre Ausbildung erlangen konnten.

Die offene Stipula adnata von Potamogeton striatus und P. pectinatus (Tafel II, Fig. 29 und 30). Beide Arten besitzen grasartige, lineale Blätter, die dorsal einer offenen Stipula adnata ansitzen[1]). Die Stipel umschließt mit ihren freien, nicht übereinander greifenden Rändern die dünne Sproßachse. Die Stipularscheide ist bei P. striatus etwa $1^1/_2$ mal so lang als die Ligula, während sie bei P. pectinatus etwa 4—6 mal so lang wird als die zugehörige Ligula. Die Stipularscheide ist von derber, lederartiger Konsistenz; die Ligula dagegen ist farblos, hautartig und geht mit dem Älterwerden der Blätter leicht zu Grunde. Im ausgebreiteten Zustand ist die Stipel breit lineal und oben zumeist abgerundet (Fig. 30c). Beide Potameen stehen mit Rücksicht auf ihre Blattstipeln zu Pota-

[1]) Der dem Potamogeton pectinatus so nahestehende P. filiformis besitzt eine geschlossene Stipula adnata, wie wir weiter unten sehen werden. Es ist das ein von Systematikern bisher unbeachtet gebliebener Unterschied.

mogeton densus in genau dem gleichen Verhältnis, in dem Hydrocharis asiatica zu H. morsus ranae steht. Die Stipula adnata beider Potameen ist offenbar ein Homologon der paarigen Stipeln von Potamogeton densus. Und entstanden ist diese Stipula adnata durch phylogenetische Verschmelzung getrennt gewesener Stipelteile. Als letzten Rest dieser Stipulae laterales finden wir nicht selten bei P. striatus am Ende der Ligula noch zwei Läppchen vor, wie das auch in Fig. 29 zu sehen ist.

Die „Niederblätter", mit denen jeder normale Laubtrieb von Potamogeton pectinatus sein Wachstum beginnt, sind metamorphosierte Laubblätter, Stipulae adnatae mit völlig unterdrückter Laubspreite. Die auf die Niederblätter folgenden Primärblätter sind wenig modifizierte Laubblätter und unterscheiden sich von diesen nur durch die geringe Länge ihrer Blattspreite.

b) Offene Stipula adnata mit kleiner Ligula.

Hierher gehört eine größere Anzahl von Monokotyledonen, jedenfalls die meisten Zingiberaceen, die meisten Gramineen und zahlreiche marine Potameen. Die Araceen dagegen und Juncaginaceen liefern nur wenige hierher zählende Formen.

Fassen wir zunächst die Zingiberaceen ins Auge (Taf. II Fig. 31 und Taf. III Fig. 32). Der von mir untersuchte Vertreter ist ein im Treibhaus kultiviertes Hedychium sp. Die Blattspreite ist eiförmig und fast wagrecht abstehend. Die Ligula an der Basis der Spreite ist stets kräftig entwickelt, und 2—3 cm lang, während die Stipularscheide eine Länge von einem halben Meter und mehr erreichen kann. Die Ligula ist rinnenförmig und auf der einen Seite offen. Die Stipularscheide greift mit ihren freien Rändern übereinander, so daß sie röhrenförmig erscheint. Die Ligula ist von ziemlich fester Konsistenz und außen grün; letzteres trifft auch für die Stipularscheide zu. Ebenso wie bei den kurz zuvor besprochenen Arten muß auch die Stipula adnata von Hedychium sp. aufgefaßt werden als ein Produkt, das durch Verschmelzung eines langen Blattstiels mit zwei sehr langen, schmalen Nebenblättern entstanden ist, während die Ligula den obersten, freien Teil beider Stipeln vorstellt und durch nach trägliche Verschmelzung von zwei ursprünglich freien Stipelenden hervorgegangen ist. Für eine solche Auffassung können zwei Argumente namhaft gemacht werden.

Die mit Hedychium nahe verwandte Gattung Zingiber zeigt nicht selten, daß ihre Ligula durch eine tiefe Cäsur in zwei deut-

liche Lappen geteilt ist. So z. B. bei Zingiber inflexum, lingulatum (Fig. 31) und officinale. Die Lappenbildung ist bald mehr, bald minder deutlich ausgeprägt, und kann auch mit Bezug auf ein und dieselbe Species variieren. Bei Zingiber lingulatum sehen wir die kleine Ligula bald durch eine seichte Bucht ausgerandet, bald aber auch durch eine tiefe Cäsur in zwei Lappen geteilt (Fig. 31). Beide hängen nur ganz an der Basis durch einen kleinen Isthmus zusammen, der $^1/_2$—1 mm hoch ist. Es zeigt uns diese Verbindungsbrücke den Beginn der Verschmelzung der beiden noch freien Stipelenden. Auch bei mehreren Ammomum-Arten fand ich die Ligula, die zumeist nur wenige mm Länge erreicht, mit einer seichten Ausbuchtung versehen.

Den zweiten Beweis dafür, daß die Stipula adnata von Hedychium auf getrennte Stipeln zurückgeführt werden muß, erbringen die Primärblätter des oben erwähnten Hedychium sp. Noch jüngere Triebe unserer Heidelberger Treibhauspflanze zeigen, wie der Bildung der normalen Laubblätter erst Niederblätter und dann Primärblätter vorhergehen. Die Niederblätter sind aufzufassen als Stipulae adnatae mit völlig unterdrückter Laubspreite. Die Primärblätter (Taf. III, Fig. 32) dagegen sind Stipulae adnatae mit einer rudimentär ausgebildeten Laubspreite. Die Ligula solcher Primärblätter ist nicht selten in Gestalt von zwei völlig getrennten und abgerundeten Läppchen entwickelt. Von einer sekundären Einreißung einer unpaaren Ligula, was an älteren Blättern vorkommen kann, konnte hier keine Rede sein. Beide Läppchen sind an ihrer Basis deutlich von einander entfernt und ihr Blattrand war stets völlig intakt. Die fast farblosen Ligulaläppchen sind stets von zarten Gefäßbündeln durchzogen. Das Verhalten der Ligula bei den erwähnten Zingiber-Arten, sowie bei den Primärblättern von Hedychium sp. zeigt zur Genüge, daß die Stipula adnata von Hedychium sp. mit unpaarer Ligula aufzufassen ist als ein Produkt, das durch Verschmelzung eines langen Blattstiels und zwei sehr langen, schmalen Stipeln entstanden ist.

Die in der Blütenstandsregion der Zingiberaceen vorkommenden Hochblätter sind morphologisch als Stipulae adnatae aufzufassen, deren Blattspreite und Ligula zu Gunsten der Erzeugung von Blüten nicht mehr zur Entwickelung gekommen ist. Es bezeugen uns solches die Übergangsformen, die zwischen den gewöhnlichen Laubblättern und den normalen Hochblättern gelegentlich angetroffen werden (so z. B. bei Zingiber capitatus, Hedychium villosum u. a.). Bei solchen Übergangsblättern ist dann die Ligula sowohl als auch die Spreite nur noch rudimentär ausgebildet. Und zwar ist die Reduktion von

Spreite und Ligula um so stärker, je näher die betreffenden Übergangsblätter den Blüten selbst stehen.

Offene Stipula adnata von Philodendron Sonderianum (Taf. III, Fig. 33). Die ungeteilten, eiförmigen Blätter dieser Aracee sind kurz gestielt und sitzen mittelst einer etwa spannen langen Stipel der Achse an. Die Ligula ist kräftig entwickelt und von fester, lederartiger Beschaffenheit. Der Blattstiel setzt sich scharf von seiner zugehörigen Stipel ab. Die Stipula adnata von Philodendron Sonderianum muß ebenfalls aufgefaßt werden als ein langer schmaler Blattstiel, der in seinem unteren Teil mit zwei langen, schmalen, ehemals getrennten Stipeln zu einer einheitlichen Stipula adnata verschmolzen ist. Einmal ist sie den paarigen Stipeln von Pothos homolog. Außerdem aber gibt es gewisse Araceen, deren Stipel eine Mittelstellung einnimmt zwischen derjenigen von Philodendron Sonderianum und der von Pothos, so bei Philodendron lingulatum und Ph. pteropus (Fig. 34). Bei beiden sitzt die Blattspreite der Stipula adnata direkt an und die Ligula ist bis zur Insertionsstelle der Spreite in zwei deutliche Lappen gespalten, die auch hier die noch freien Enden zweier Stipeln vorstellen, welche einseitig mit einem langen, schmalen Blattstiel innig verwachsen sind.

Die offene Stipula adnata der Gramineen (Taf. III, Fig. 35—36). Die Blätter der meisten Gramineen bestehen aus einer linealen Spreite und einer ansitzenden Stipula adnata. Die Stipularscheide erreicht meist beträchtliche Länge und hat freie, übereinander greifende Blattränder. Bei einigen Gramineen wirft die Stipula adnata mit dem Altern des Blattes die Spreite ab, während die Stipel am Halm zurückbleibt. So z. B. bei vielen Bambusen, bei Miscanthus sinensis u. a.

Die Ligula ist zumeist häutig, farblos und nur wenige Millimeter lang. Nach Colomb[1]) wird die Ligula von Psamma arenaria 4 cm lang und ist ebenso wie die Ligula von Oryza sativa, Arundinaria japonica u. a. von Leitbündeln durchzogen. Selbst Spaltöffnungen und Chlorophyll kommen der Ligula von Psamma arenaria zu.

Die Stipula adnata der Gramineen muß in genau der gleichen Weise gedeutet werden wie diejenige von Hedychium sp. Auch sie muß als ein Verschmelzungsprodukt aufgefaßt werden, das hervorgegangen ist aus einem langen Blattstiel und zwei ebenso langen und schmalen Stipeln, deren oberste Teile uns nur in Gestalt einer unpaaren „Ligula“

[1]) l. c. pag. 37 ff.

noch erhalten geblieben sind. Für die Richtigkeit dieser Deutung können drei Gründe geltend gemacht werden.

1. Wir sahen oben (pag. 19 f.), daß die paarigen Stipeln den phylogenetischen Ausgangspunkt für die Stipula adnata bilden. Diese ursprüngliche Stipelform ist uns bei zahlreichen Gramineen noch erhalten in der Gestalt der Spelzen. Solche Spelzen müssen — hinsichtlich ihrer Stipelbildungen — als phylogenetisch metamorphosierte Laubblätter aufgefaßt werden. Sie bestehen aus einer Granne, die als metamorphosierte und in ihrer Entwickelung gehemmte Laubspreite zu betrachten ist und aus einem unteren, blattartigen Teil, der aus zwei kräftig entwickelten Nebenblättern besteht, die im unteren Teil ein Stück weit mit der zugehörigen Spreite (= Granne) verwachsen sind (Fig. 35 I). Solche mit paarigen Stipeln versehene Spelzen finden wir z. B. bei Anthoxanthum, Bromus, Danthonia u. a. Die beiden Stipeln mit dem zugehörigen basalen Grannenstück sind offenbar homolog der Stipula adnata des Laubblattes. Dabei entspricht der untere, mit den Stipeln verwachsene Teil der Granne der Stipularscheide des Laubblattes und die beiden freien Enden der Stipeln (= l) entsprechen der Ligula des Laubblattes.

Bei einer zweiten Gruppe von Gramineen sind die paarigen Stipeln der Spelzen nicht in freie Läppchen ausgezogen (Fig. 35 II), weshalb bei ihnen der Typus der seitlichen Stipeln auch nicht so scharf ausgeprägt ist als bei erstgenannten. Bei einer dritten Gruppe von Gramineen (Fig. 35 III) ist der blattartige Spelzenteil als offene Stipula adnata entwickelt. Die ursprünglich freien Stipelenden sind nachträglich zu einer Ligula verwachsen, um in erhöhtem Maße die Funktion des Blütenschutzes vollziehen zu können. Solche Spelzen sind daher auch nicht geeignet, um uns über die ehemalige Beschaffenheit der Laubblattstipel Aufschluß zu erteilen.

2. Spricht der eigenartige Aufbau des Blattes von Pharus (Fig. 36) dafür, dass die Stipula adnata des Gramineenblattes auf Stipulae laterales zurückgeführt werden muß. Die mir vorliegende Art, Pharus latifolius ist eine in Brasilien einheimische Pflanze. Ihre Blattspreite ist eiförmig und zugespitzt. Außerdem aber reicht die Blattscheide hier nicht bis an die Basis der Spreite, so dass sich zwischen die Spreite und die Blattscheide ein 10—25 mm langer „Blattstiel" einschiebt. Dieser „Blattstiel" ist in Wirklichkeit nur der obere, freie Teil des gesamten Blattstiels. Der untere Teil desselben dagegen ist scheidig; diese Scheide setzt sich deutlich von dem „Blattstiel" ab und endet mit einer aus winzigen Fransen bestehen-

den sehr rudimentären Ligula. Da sich hier zwischen die Blattspreite und die Blattscheide das freie Stück eines deutlichen Blattstieles einschiebt, so dürfen wir die Blattscheide von Pharus latifolius auffassen als einen langen, dünnen Blattstiel, der seitlich mit zwei langen, schmalen Nebenblättern verwachsen ist. Und in genau der gleichen Weise darf somit auch die Stipula adnata der übrigen Gramineen aufgefaßt werden.

Ähnlich wie Pharus verhält sich auch Bambusa; nur daß eben bei ihr der freie Teil des Spreitenstiels sehr stark reduziert ist. Auch der Gattung Phyllorrhachis und Ischaema werden von der Systematik „gestielte" Spreiten zugeschrieben, die ich aber nicht aus eigener Anschauung kenne.

3. Finden wir die sonst ungeteilte Ligula der Gramineen mitunter durch eine mediane Cäsur in zwei deutliche Läppchen gespalten.[1]) Die zweilappige Ligula spricht hier ebenso als auch bei anderen Monokotylen (Zingiberaceen, Potameen und Araceen) dafür, daß die Stipula adnata von 2 getrennten Stipeln aus ihre Entstehung genommen hat.

Im Anschluß an die Gramineen seien einige Juncaginaceen noch erwähnt. Die normalen Laubblätter von Triglochin maritimum, T. Barrelieri und Scheuchzeria palustris besitzen meiner Beobachtung nach stets eine offene Stipularscheide, die oben mit einer deutlichen, fast farblosen Ligula endet. Letztere wird 5—8 mm lang; ihr oberer Rand pflegt durch ein oder auch zwei (und dann oft unregelmäßige) Cäsuren schwach gelappt zu sein. Primärblätter von Triglochin maritimum mit nur schwach entwickelter Spreite besitzen mitunter eine deutlich zweilappige Ligula, die auch hier darauf hindeutet, daß die Stipula adnata auf getrennt gewesene Stipeln zurückzuführen ist.

Offene Stipula adnata mariner Potameen (Taf. III, Fig. 37—41). Es verteilen sich die hierher zählenden Potameen auf die Gattungen Posidonia, Cymodocea, Halodule, Zostera und Phyllospadix; und zwar konnten folgende Arten näher untersucht werden: Posidonia Caulini, P. australis, Cymodocea ciliata, C. serrulata, C. isoëtifolia, C. aequorea, C. Manatorum, C. rotundata, Halodule australis, Zostera marina, Z. nana und Phyllospadix Scouleri.

Die genannten Formen sind ohne Ausnahme Salzwasserbewohner mit schmalen, grasförmigen oder bandartigen Blättern. An der Basis

[1]) Vergleiche z. B. die in *Engler-Prantls* Pflanzenfamilien gegebenen Ligula-Abbildungen von Ammophila arundinacea und Bromus Alopecurus II, 2, pag. 2.

derselben findet sich stets eine Stipula adnata vor, die aus einer sehr kurzen Ligula und einer mehr oder minder langen Stipularscheide besteht. Die Blätter stehen an der Achse zweizeilig und sind an der Basis mit ihren scheidigen Stipeln ineinander geschachtelt.

Die kleinste Stipularscheide besitzt Zostera nana und die größte, d. h. längste, Phyllospadix Scouleri, die 100—130 mm lang und 3—4 mm (in extenso) breit wird. Die Fig. 37, 38, 39 a und b, beziehen sich auf das eben Gesagte. Bei genannten Posidonia-, Cymodocea- und Zostera-Arten, sowie Phyllospadix Scouleri wird mit dem Älterwerden des Blattes die freie Blattpartie von der Stipula adnata abgeworfen, während letztere noch längere Zeit mit der Achse in Verbindung bleibt als assimilationsfähiges Organ.

Die Stipula adnata dieser Potameen muß ebenso wie die der vorhergegangenen Monokotyledonen aufgefaßt werden als ein Verschmelzungsprodukt von zwei seitlichen Stipeln mit einem dazwischen liegenden linealen Stück der Spreitenbasis. Hierfür können vier Gründe angeführt werden:

1. Ist die unpaare Stipula adnata der besagten Potameen ein Homologon der paarigen Stipeln von Potamogeton densus, wofür ohne weiteres die nahe Verwandtschaft spricht, in der die erstgenannten zu letztgenannter Art stehen.

2. Bei Posidonia australis und P. Caulini deuten die mit zwei Stipeln versehenen Hochblätter (Fig. 39 c u. d; Fig. 40 a u. b; Fig. 41 b) darauf hin, daß die Stipula adnata der Laubblätter durch Verschmelzung von zwei getrennten Stipeln mit der Spreitenbasis entstanden ist. Ähnlich wie bei den Gramineen u. a. fasse ich auch hier die Hochblätter als phylogenetisch metamorphosierte Laubblätter auf, die uns ein primitives, ursprünglich vorhanden gewesenes Entwickelungsstadium der Laubblätter repräsentieren. Die Hochblätter, welche die auf besonderen Stielen sitzenden Blütenstände umgeben, sind mehr oder minder stark metamorphosiert, je nachdem sie den Blüten näher oder ferner stehen. An den untersten Hochblättern ist die Blattspreite verhältnismäßig noch am größten und an den obersten am kleinsten oder auch gänzlich unterdrückt. Eine Stipula adnata ist nirgends mehr vorhanden; statt dessen aber tragen die Hochblätter paarige Stipeln, die besonders bei Posidonia Caulini (Fig. 40) und Cymodocea Manatorum (Fig. 41 b) deutlich ausgeprägt sind. Die Stipeln setzen sich deutlich von der zugehörigen Laubspreite ab und sind im wesentlichen nicht verschieden von denen, wie sie die Laubblätter von Najas minor, Ruppia rostellata u. a. besitzen.

3. Ähnlich wie bei manchen Gramineen und bei Althenia filiformis findet sich an der Ligula der genannten Potameen nicht selten eine Einbuchtung vor, so auch bei Zostera nana (Fig. 37), Cymodocea serrulata (Fig. 38) und Posidonia australis (Fig. 39 a u. b). Diese Einbuchtung deutet auch hier darauf hin, daß die Stipula adnata von zwei getrennt gewesenen Stipeln sich herleitet.

4. Giebt es vermittelnde Bindeglieder zwischen den Stipulae laterales und der Stipula adnata, wie sie bei genannten Potameen vorkommt. Als solche müssen Cymodocea Manatorum und C. isoëtifolia bezeichnet werden. Bei beiden endet die Stipularscheide mit zwei freien Ligulaläppchen (Fig. 41 a), die sich nicht oder kaum berühren. An der Basis beider, aber nicht zwischen ihnen geht die Laubspreite ab, so daß die Läppchen je ein kleines, dreieckiges Stück der Spreite verdecken. Die Ligulaläppchen dieser Cymodoceen entsprechen offenbar denen, wie sie die Primärblätter von Hedychium sp. aufweisen. Ich erblicke in den Blättern dieser beiden Cymodoceen Formen, bei denen der letzte Rest von der ursprünglichen paarigen Beschaffenheit der Stipula adnata wohl noch erhalten aber auch schon im Schwinden begriffen ist.

Bei den übrigen, oben noch angeführten Arten, Zostera marina, Z. nana und Phyllospadix Scouleri gewähren uns die Hochblätter keinen Einblick mehr in die Morphologie der Stipula adnata. Ihre Blütenstände sind von einem einzigen großen Hochblatt, einer „Spatha“ umhüllt, welche habituell von den gewöhnlichen Laubblättern nur wenig verschieden ist und deshalb uns auch keinen Aufschluß mehr über die morphologische Beschaffenheit der Laubblätter erteilen kann. Der untere Teil der Spatha, welcher den ganzen Blütenstand einschließt, besteht ebenfalls aus einer Stipula adnata, die sich hauptsächlich durch ihre bedeutende Größe von derjenigen normaler Laubblätter unterscheidet. Dagegen ist der zur Spatha gehörige Spreitenteil stark verkürzt im Vergleich zu demjenigen gewöhnlicher Laubblätter.

Ähnlich wie die Laubblätter von Zostera wirft auch deren Spatha ihre Spreite später ab, während die Stipula adnata noch längere Zeit mit der Achse in Verbindung bleibt. Bei Phyllospadix wird weder bei den Laubblättern noch auch bei der Spatha die Spreite von der Stipula adnata abgeworfen.

c) Offene Stipula adnata mit fehlender Ligula.

Als eine offene Stipula adnata mit fehlender Ligula darf die Blattscheide gewisser Paniceen bezeichnet werden, die sich durch

das gänzliche Fehlen einer Ligula auszeichnen. Solches beobachtete ich bei Panicum Crus galli, P. mirabile, P. Colonum und Oplismenus undulatifolius. Da die Majorität aller Gramineen mit einer deutlichen, hautartigen Ligula ausgerüstet ist, so darf wohl angenommen werden, daß auch die genannten Paniceen ehemals eine solche besessen haben, die aber im Laufe der phylogenetischen Entwickelung wieder verloren gegangen ist.

Wie dieser Reduktionsprozeß vor sich gegangen sein mag, das zeigen uns sehr schön die Paniceen selbst. Bei den einen, wie Panicum glabrum, fenestratum, aegyptiacum, ternatum und praecox ist die Ligula in Gestalt einer zusammenhängenden Haut entwickelt und bei ihnen hat die Ligula noch ihre ursprüngliche Gestalt beibehalten. Bei anderen, wie Cynodon Dactylon und vielen Panicum-Arten ist die Ligula in zahlreiche, feine Haare oder Borsten aufgelöst. Übergangsformen zwischen der häutigen und haarförmigen Ligula kommen bei Paniceen ebenfalls vor, und eine solche Ligula ist dann im unteren Teil häutig und geht nach oben zu in Fransen oder Haare über. Die in Haare oder Borsten aufgelöste Ligula stellt offenbar ein im Schwinden begriffenes Organ vor, das ohne Zweifel aus einer zusammenhängenden, häutigen Ligula hervorgegangen ist. Bei einer dritten Gruppe von Paniceen ist überhaupt keine Ligula mehr vorhanden, wie dies für die oben erwähnten Arten gilt. Bei ihnen ist jede Spur einer ehemals vorhanden gewesenen Ligula verschwunden. An vermittelnden Bindegliedern zwischen den beiden letztgenannten Gruppen fehlt es auch hier nicht. So ist z. B. bei Panicum semiundulatum und P. dichotomum die Ligula nur noch in Gestalt einer mikroskopisch erkennbaren Haarleiste ausgebildet.

Ähnlich wie die Blattscheide genannter Gräser fasse ich auch die zahlreicher Orchideen, soferne sie „offen" ist als eine offene, ligulalose Stipula adnata auf. Die ursprüngliche Form dieser Stipel ist uns oft noch erhalten in dem Labellum, das ich als ein phylogenetisch-metamorphosiertes Laubblatt betrachte. Das Labellum besteht sehr häufig aus drei Teilen, einem grossen Mittellappen und zwei kleinen Seitenlappen. Diese beiden Seitenlappen sind offenbar zwei Stipeln identisch, wie wir sie jetzt schon von den Hochblättern gewisser Gramineen und Potameen kennen gelernt haben. Der Mittellappen des Labellums ist homolog der Blattspreite und die beiden Stipeln des Labellums entsprechen zusammen mit einem kleinen basalen Stück des Mittellappens der breiten Blattscheide. Letztere ist offenbar ein phylogenetisches Verschmelzungsprodukt, das sich zu-

sammensetzt aus einer Blattbasis und zwei zugehörigen Stipeln. An eine Herleitung des Labellums von dreiteiligen Laubblättern kann bei Orchideen nicht gedacht werden, da solche Blattformen in dieser Familie bekanntlich fehlen. Man vergleiche auch das auf Seite 45 f. Gesagte.

B. Geschlossene Stipula adnata.

Die geschlossene Stipula adnata unterscheidet sich von der offenen nur dadurch, daß ihre Stipularscheide die Gestalt einer geschlossenen Röhre mit verwachsenen Rändern hat, welche dorsal das Blatt trägt. Die geschlossene Stipula adnata kann ebenso wie die offene Stipula adnata von paarigen Stipeln hergeleitet werden, nur sind eben bei ihr die ursprünglich freien Stipelränder auch noch miteinander verwachsen, so daß eine geschlossene Röhre zu stande kommt.

Unter den Dicotyledonen kommt die geschlossene Stipula adnata in ausgezeichneter Weise bei Polygonum vor (Taf. III, Fig. 42). Die Polygoneenstipel kann ontogenetisch von paarigen Stipeln hergeleitet werden, während bei den von mir untersuchten Monokotyledonen uns die Ontogenie keinen Einblick mehr in den morphologischen Aufbau der geschlossenen Stipula adnata gestattet. Es ist daher von Wichtigkeit auf die Polygoneenstipel hier etwas näher einzugehen, die das Homologon der geschlossenen Stipula adnata des monokotylen Blattes ist, und von dieser habituell auch nicht wesentlich verschieden ist.

Die „Tute“ oder „Ochrea“ der Polygoneen ist eine geschlossene Stipula adnata, die aus einer Stipularscheide (= S) und einer tubusförmigen Ligula (= L) besteht. Die Ligula ist im Vergleich zur Stipularscheide zumeist sehr kräftig entwickelt (Fig. 42 a). Die Primärblätter dagegen besitzen eine nur sehr kurze, schwach entwickelte Ligula (Fig. 42 b). Sowohl die Homologien mit anderen Formen als auch die Entwickelungsgeschichte beweisen, daß die Ochrea als Verschmelzungsprodukt zweier Stipeln aufzufassen ist, die im unteren Teil mit einem Blattstielstück verschmolzen sind. Eichler[1]), dem wir die entwickelungsgeschichtliche Untersuchung der Ochrea verschiedener Polygoneen-Gattungen verdanken, zeigte, wie das tutenförmige Gebilde aus zwei ursprünglich ganz getrennten Primordien hervorgeht, die paarigen Stipeln homolog sind. Die Stipula adnata

1) *Eichler*, III., pag. 43 ff.

von Polygonum ist somit auch in phylogenetischer Hinsicht aus paarigen Stipeln hervorgegangen[1]).

Die geschlossene Stipula adnata der Monokotyledonen ist, wie bemerkt, im wesentlichen nicht verschieden von derjenigen von Polygonum: sie muß ebenso wie diese durch phylogenetische Verschmelzung getrennter Stipulae laterales entstanden sein. Die geschlossene Stipula adnata besitzt ähnlich wie die offene eine ziemlich weite Verbreitung unter den Monokotylen. Entsprechend dem jeweiligen Verhältnis von Ligula- und Stipularscheide läßt sich a) eine geschlossene Stipula adnata mit großer Ligula, b) eine geschlossene Stipula adnata mit kleiner Ligula und c) eine geschlossene Stipula adnata mit fehlender oder nur angedeuteter Ligula unterscheiden.

a) Geschlossene Stipula adnata mit grofser Ligula.

Es lassen sich hier wieder zwei Kategorien unterscheiden, je nachdem die Ligula tubusartig oder rinnenförmig ist.

1. Monokotyledonen mit geschlossener Stipula adnata und großer tubusförmiger Ligula.

(Taf. III, Fig. 43—46.)

Eine geschlossene Stipula adnata mit großer tubusartiger Ligula besitzen Desmoncus, Pontederia und Zanichellia Preissii.

Die geschlossene Stipula adnata von Desmoncus. Wohl sämtliche Desmoncus-Arten besitzen eine geschlossene Stipula adnata mit tubusförmiger Ligula. Letztere wird $^1/_3$—$^1/_2$ mal so lang als die zugehörige Stipularscheide. Die Ligula von Desmoncus gehört mit zu den größten, die es bei Monokotyledonen überhaupt giebt. Sie wird bei D. sarmentosus und pycnacanthos 7,5 cm und bei D. prunifer 13,5 cm lang, während ihre Breite zwischen 8 und 15 mm schwankt. Bei anderen Arten dürfte sie noch bedeutend größer werden. Sie ist stets von fester, lederartiger Beschaffenheit und häufig mit kleinen, wagrecht abstehenden Stächelchen besetzt. Später kann die Ligula an ihrem oberen Ende oft unregelmäßig zerfransen.

Die geschlossene Stipula adnata von Desmoncus muß mit Rücksicht auf die vorliegenden Homologien (Polygonum, Zanichellia Preissii, pag. 37 f.) als phylogenetisches Verschmelzungsprodukt paariger Stipeln aufgefaßt werden, wenn auch Demoncus selbst zunächst keinen weiteren Einblick in den Aufbau ihrer Stipula adnata gewährt.

---

[1]) Über den anatomischen Bau der Polygoneen-Stipel berichtet *Grevillius* einiges.

Die geschlossene Stipula adnata von Pontederia (Fig. 43—45). Die mir zur Verfügung stehenden lebenden Arten waren Pontederia cordata, P. azurea, P. crassipes und P. montevidensis, die verhältnismäßig längste Ligula besitzt P. crassipes, welche $2^1/_2$—4 mal so lang als die zugehörige Stipularscheide und 32—48 mm lang wird; während die gesamte Stipel nur 48—55 mm Länge erreicht. Bei P. azurea wird die Stipel etwa $1^1/_2$ mal so lang als die Stipularscheide. Bei P. montevidensis wird die Ligula so lang oder etwas länger als die zugehörige Stipularscheide. Sie besitzt unter den genannten Arten weitaus die größte Stipel, welche beinahe $^1/_2$ m Länge erreicht (37—47 cm). Die verhältnismäßig kürzeste Ligula hat Pontederia cordata, welche 16—28 mm lang wird, während die ganze Stipel 116—151 mm Länge beträgt. Die Stipel von Pontederia zeigt nur eine gewisse Zeit lang ihre ursprüngliche Gestalt: später wird sie an der Vorderseite gesprengt und hat dann das Aussehen einer offenen Stipula adnata. — Von ganz besonderem Interesse ist für uns das Ende der Ligularöhre, das durch eigentümliche Lappenbildung ausgezeichnet ist, wie sie bei anderen Monokotyledonen bis jetzt nirgends aufgefunden wurden. Diese Ligula-Lappen sind, wie ich weiter unten auseinandersetzen werde (pag. 67 f.) Organe, die zum Schutz für junge, im wachsen begriffene Blattspreiten dienen. Bei genannten Pontederien endet die Ligula zuoberst mit drei Lappen (Fig. 43 und 44). Zwei von diesen kommen auf die Unterseite und der dritte auf die Oberseite des nächst jüngeren Blattes zu liegen. Diese Lappen sind durchsichtig, häutig und farblos. Sie können nur in einem gewissen Altersstadium der Pflanze in ihrem ganzen Umfang studiert werden, weshalb sie auch dem Auge eines flüchtigen Beobachters leicht entgehen. Durch Behandlung mit dünner, wässeriger Lösung von Methylenblau-Essigsäure lassen sich die Ligulalappen von Pontederia in allen Stadien gut färben und bequem untersuchen. Die Gestalt und Größe der drei Lappen ist ziemlich variabel. Der obere pflegt die unteren an Größe zu übertreffen. Bei Pontederia crassipes ist der obere Lappen rundlich und wird bis 18 mm breit und bis 14 mm hoch; sein Rand ist mit vielen unregelmäßigen Einkerbungen versehen (Fig. 43), die beiden unteren Lappen (= u) dagegen bleiben bei P. crassipes klein und erreichen nur je 1—2 mm Länge. Bei Pontederia montevidensis wird der obere Lappen bis 14 mm breit und bis 9 mm hoch, während die unpaaren, unteren Lappen nur halb so groß werden. Bei Pontederia azurea wird der obere Lappen 5—8 mm lang, während die beiden unteren nur etwa halb so lang

bleiben; alle drei sind am Rande unregelmäßig gekerbt. Bei P. cordata wird der obere Lappen etwa 5 mm lang, während die zwei unteren etwa halb so lang sind; außerdem aber sind die drei Lappen ganz randig.

Die Entwickelungsgeschichte des Blattes habe ich bei Pontederia azurea und P. crassipes eingehend studiert. Bei beiden entsteht die erste Anlage des Blattes durch Bildung eines Ringwalles um den Vegetationspunkt, der die Gestalt einer flachen Kuppe hat (Fig. 45 a). Durch gefördertes Wachstum an einer bestimmten Stelle beginnt dieser Ringwall die Spreite anzulegen in Gestalt eines eiförmigen Höckers (= Sp.). Nicht lange danach beginnt eine weitere Differenzierung der Blattanlage und es wird die Bildung der Ligula und ihrer zugehörigen Lappen eingeleitet (Fig. 45 b). Der Ringwall wächst nach oben zu weiter und beginnt von der Spreitenanlage sich zu differenzieren, um nunmehr selbständig geworden, die Spreitenbasis zu überwuchern, wobei an der der Spreitenanlage entgegengesetzten Seite des Ringwalles das Wachstum ein sehr geringes bleibt, so daß der Ringwall an dieser Stelle bald mit einem tiefen Einschnitt versehen wird; damit hat die tubusartige Ligula von Pontederia ihren Anfang genommen. Der mit o bezeichnete Teil ist die Anlage des unpaaren, oberen Ligulalappens, während an den mit u bezeichneten Teilen die unteren Ligulalappen ihre Entstehung nehmen. Inzwischen hat der Vegetationspunkt innerhalb der eben geschilderten Blattanlage eine neue gebildet, die mit Sp_1 bezeichnet ist. Diese neue Blattanlage wird von den gleichzeitig weiter sich entwickelnden Ligulalappen des Blattes Sp allmählich umwuchert. Der unpaare Lappen o schmiegt sich dabei der Oberseite von Sp_1 und die 2 Lappen u deren Unterseite enge an. Bei Pontederia cordata wird schließlich die ganze Oberseite von Sp_1 von dem Lappen o bedeckt; nicht selten überragt dieser noch die Ränder der jungen Spreite. Bei P. azurea und crassipes wird etwa die Hälfte oder höchstens ein Drittel der Oberseite von Sp_1 bedeckt. Die zwei unteren Lappen u bedecken nur in ganz untergeordnetem Maße eine kleine Partie der Unterseite von Sp_1 und erstrecken sich nur bei P. cordata etwa über die halbe Unterseite von Sp_1. Dieses eigentümliche Verhalten der Ligulalappen dürfte darauf hindeuten, daß wir es hier mit Organen zu thun haben, denen speziell eine Schutzfunktion junger Spreitenteile zukommt (Confer. pag. 67 f.).

Im weiteren Verlauf der Entwickelung überholt die ursprünglich von den Ligulalappen bedeckte Spreite Sp_1 diese letzteren im Wachs-

tum. Die Lappen bleiben an der Basis von Sp_1 noch sitzen und erreichen jetzt erst ihren größten Flächendurchmesser. Eine solche jugendliche Spreite, die an ihrer Basis die jetzt völlig ausgebildeten Ligulalappen trägt, ist von Pontederia cordata in Fig. 44 von zwei Seiten dargestellt. Sowie einmal die Ligulalappen ihren größten Flächendurchmesser erreicht haben, beginnt das letzte intensive Längenwachstum von Sp_1, welche durch ihren rasch emporschießenden Stiel hoch über die Ligula emporgehoben wird. Gleichzeitig mit diesem Prozeß treten die von der Ligula noch eingeschlossenen jungen Stamm- und Blatt-Teile mehr und mehr aus ihrer Umhüllung heraus. Die Ligula wird dabei an ihrer Vorderseite aufgeschlitzt und die Ligulalappen, die jetzt längst ihre schützende Funktion verloren haben gehen einem raschen Verfall entgegen. Die Spreite und der Blattstiel der eben geschilderten Ligula haben jetzt erst die definitive Größe erreicht, und sitzen mit ihrer scheinbar offenen Stipula adnata dem Stamminternodium an.

Aus der eben geschilderten Entwickelungsgeschichte der geschlossenen Stipula adnata von Pontederia ersehen wir, daß dieselbe ontogenetisch nicht mehr auf paarige Stipeln zurückführbar ist. Trotz alledem aber müssen wir die geschlossene Stipula adnata auffassen als ein phylogenetisches Verschmelzungsprodukt paarig getrennter Stipeln. Solches muß einmal mit Rücksicht auf die Entwickelungsgeschichte der Polygoneenstipel geschehen, dann aber mit Rücksicht auf die im folgenden erwähnten Monokotylen, deren geschlossene Stipula adnata mit Bezug auf stipulierte Hochblätter oder Blütenblätter mit paarigen Stipeln identifiziert werden muß.

Die geschlossene Stipula adnata von Zanichellia Preissii Lehm.[1]) (Fig. 46). Diese exotische Zanichellie gleicht habituell unserer einheimischen Z. palustris. Zum Unterschied aber von letzterer besitzen die Blätter der Zanichellia Preissii stets eine geschlossene Stipula adnata, deren Ligula tubusartig und oben gerade abgestutzt ist. Die Stipel trägt etwa in der Mitte oder in ihrer oberen Hälfte die fädliche Spreite (Fig. 46 b). Diese Stipel muß ebenfalls mit paarigen Stipeln identifiziert werden und muß von solchen genetisch hergeleitet werden. Wir können uns leicht vorstellen, wie durch Ver-

[1]) Die Etikette des Berliner Herbariums lautet: Zanichellia Preissii Lehm. Nov. Holl. leg. C. Preiss. Unter diesem Namen scheinen im Herbar eine Reihe verschiedenartiger Dinge zu laufen, die mit Zanichellia P. nichts zu thun haben. Ich mufs daher diejenige Pflanze als authentisch ansehen, die von *Preiss* selbst gesammelt wurde und dem zu Ehren diese Species benannt wurde.

wachsung von paarigen Stipeln, wie sie Althenia sp. besitzt, die Stipula adnata von Zanichellia Preissii zu stande gekommen ist. Durch Verwachsung der freien Stipelenden würde natürlich die tubusförmige Ligula zu stande gekommen sein. Für eine solche Auffassung spricht vor allem die Ausbildung der „Blütenhüllblätter", in deren Achseln (bei meinen Exemplaren) die weiblichen Blüten saßen. Diese letzteren fasse ich auch hier als primitive Entwickelungsstadien von Laubblättern auf, die uns ebenso wie viele Primärblätter einen Schlüssel für die rechte Deutung der Laubblätter an die Hand geben. Diese Blütenhüllblätter sind länglich und laufen oben in zwei schmale, spitze Läppchen aus, die eine tiefe Bucht zwischen sich lassen (Fig. 46a). Im Grunde dieser Bucht findet sich stets ein kleines, dunkles Spitzchen vor, welches als das freie Ende der „Mittelrippe" des Blütenhüllblattes erscheint. Diese „Mittelrippe" ist äquivalent der Basis eines linealen Laubblattes, die beiderseits je eine Stipel trägt, und dessen freier Spreitenteil auf das kleine, im Grunde der Bucht gelegene dunkle Spitzchen reduziert ist.

An älteren Blättern von Zanichellia Preissii reißt die Stipel auf der der Spreite gegenüberliegenden Seite auf, so daß bei oberflächlicher Betrachtung der Pflanze die Blätter eine offene Stipula adnata zu tragen scheinen.

2. Monokotyledonen mit geschlossener Stipula adnata und großer, rinnenförmiger Ligula.

Während die eben geschilderten Monokotyledonen, Desmoncus, Pontederia und Zanichellia Preissii eine große tubusartige Ligula besaßen, kommt den beiden jetzt zu erwähnenden Arten, dem Potamogeton filiformis (= P. marinus) (Fig. 47) und P. aulacophyllum eine rinnenförmige Ligula zu.

Beide Pflanzen gleichen habituell dem bei uns überall häufigen Potamogeton pectinatus. Die Stipula adnata trägt dorsal die schmale, lineale Spreite. Die Stipularscheide ist stets eine völlig geschlossene Röhre, die später an der der Spreite entgegengesetzten Seite gesprengt wird und dann bei oberflächlicher Betrachtung mit einer offenen Stipula adnata verwechselt werden kann. Die Ligula erreicht bei P. aulacophyllum nicht selten die Länge der Stipularscheide, während sie bei P. filiformis stets kürzer als diese bleibt. Bei Potamogeton aulacophyllum pflegt die Ligula stets auf der nämlichen Seite, auf welcher die Lamina sitzt, ihren Platz zu haben, während sie bei

P. filiformis bald auf der gleichen, bald auf der entgegengesetzten Seite der Stipel ihren Sitz haben kann (Fig. 47 a und b).

Die geschlossene Stipula adnata beider Potameen ist ein Seitenstück zur offenen Stipula adnata von Potamogeton pectinatus. Sie ist ebenso wie letztere homolog den paarigen Stipeln von Potamogeton densus und muß als phylogenetisches Verschmelzungsprodukt paariger Stipeln aufgefaßt werden.

Den beiden eben geschilderten Potameen scheint sich die zu den Pontederiaceen gehörige Reussia subovata anzureihen, deren Ligula etwa $^1/_5$ mal so lang wird als die zugehörige Stipularscheide.

b) Geschlossene Stipula adnata mit kleiner Ligula.

Diese Stipel ist nur dadurch von der vorhergehenden verschieden, daß ihre Ligula im Vergleich zur Stipularröhre sehr kurz bleibt und in der Regel nur wenige Millimeter lang wird. Es zählen hierher Vertreter aus den Palmen, Scitamineen, Liliaceen und Gramineen.

Bei den wenigen Calamus-Arten, die ich gesehen habe, trägt das Fiederblatt an seiner Basis eine mehrere Centimeter lang werdende Stipularröhre, die zuoberst mit einer kleinen, nur wenige Millimeter hohen Ligula endet; letztere ist derb und gerade oder etwas schräg abgestutzt.

Ähnlich verhalten sich auch zahlreiche Costus-Arten, wie C. comosus, C. niveo-purpureus, C. Lukanusianus und viele andere. Bei C. phyllocephalus erreicht die Ligula eine Länge von 3 cm und ist lang und schräg abgestutzt. Bei letztgenannter Art ist an den den Hochblättern vorausgehenden Laubblättern die Ligula in zwei mehr oder minder große Lappen gespalten. Diese Lappenbildung deutet auch hier darauf hin, daß die Stipula adnata ebenso wie die anderer Monokotylen auf zwei getrennt gewesene Stipeln zurückzuführen ist, die mit einem langen, schmalen Blattstiel zu einer geschlossenen Stipula adnata verwachsen sind. — Zwischen dem Blütenstand und den normalen Laubblättern von Costus giebt es nicht selten zahlreiche Übergangsblätter, deren Stipula adnata geschlossen und bauchig aufgeblasen ist und deren Ligula und Blattspreite um so mehr reduziert ist, je näher die betreffenden Blätter dem Blütenstande stehen. Die Blütendeckblätter dagegen besitzen keine verwachsenen Blattränder mehr; sie sind aufzufassen als offene Stipulae adnatae von eiförmiger Gestalt, deren Blattspreite gänzlich unterdrückt ist und von deren Ligula nur mitunter noch entfernte Spuren zu sehen sind.

Die Stipula adnata von Allium Ampeloprasum (Taf. III Fig. 48 und Taf. IV Fig. 49). Die assimilierenden Laubblätter von Allium Ampeloprasum bestehen aus einer linealen Blattspreite, die an ihrer Basis eine geschlossene röhrige Stipula adnata von beträchtlicher Länge tragen (Fig. 48). Die Stipel endet nach oben zu mit einer häutigen Ligula, die nur wenige Millimeter hoch wird und farblos ist. Die Stipula adnata muß aufgefaßt werden als eine lineale Blattstielbasis, die mit zwei seitlichen, langen und schmalen Nebenblättern zu einer einheitlichen, röhrigen Stipel verschmolzen ist. Die Ligula stellt die miteinander verschmolzenen und ursprünglich frei gewesenen Stipelenden vor. Für eine solche Auffassung spricht die Ausbildung der drei Staubgefäße des inneren Staminalkreises. Während die drei Staubgefäße des äußeren Staminalkreises einfache Filamente besitzen (Fig. 49 a), sind die des äußeren Staminalkreises ausgezeichnet durch die systematisch bedeutungsvollen „Stipularzähne" (Fig. 49 b). Diese stipulierten Staubgefäße halte ich mit Rücksicht auf ihre Stipeln für phylogenetisch metamorphosierte Laubblätter. Der Staubbeutel ist offenbar einer metamorphosierten Blattspreite äquivalent und das Staubbeutelstielchen mit seinen beiden „Stipularzähnchen" ist der Stipula adnata äquivalent. Denken wir uns, das Staubbeutelstielchen würde mit den beiden Stipularzähnchen zu einer Röhre verschmelzen, so müßte eine geschlossene Stipula adnata mit einer zugehörigen Ligula resultieren, die abgesehen von ihrer geringen Größe von derjenigen des Laubblattes nicht verschieden sein würde. Der oberste, die Staubbeutelbasis überragende Teil der Stipularzähne würde bei einem solchen Verschmelzungsprozeß zur Ligula werden, die sich von der Basis des Staubbeutels aus erhebt. — Wenn ich die in der Stipularscheide enthaltene Blattbasis von Allium Ampeloprasum mit einem Blattstiel identifiziere, so geschieht solches mit Rücksicht darauf, daß es neben Alliumblättern mit linealer Spreite auch solche mit eiförmiger Spreite giebt (z. B. A. Victorialis), welche einem längeren oder kürzeren Blattstiel ansitzt und im unteren Teil mit der geschlossenen Stipularscheide verwachsen ist. Das Verhältnis, in dem die eiförmigen, gestielten Alliumblätter zu den bandförmigen stehen, ist genau das gleiche, in dem die „gestielten" Blätter von Pharus und Bambusa zu den gewöhnlichen, linealen Grasblättern stehen.

Bei Allium fistulosum und anderen endet die geschlossene Stipula adnata zwar auch mit einer kurzen, farblosen Ligula, während die Staubblätter des inneren Staminalkreises keine Stipularzähne mehr besitzen. Solche sind bei dieser Art offenbar früher auch vorhanden

gewesen, aber im Laufe der Zeit wieder verschwunden, da ihnen eine besondere biologische Funktion jedenfalls nicht zukam. Aber auch bei diesen Arten, deren Staubblätter uns keinen Aufschluß mehr über die Laubblätter verschaffen können, muß die Stipula adnata letzterer in genau der gleichen Weise gedeutet werden wie bei Allium Ampeloprasum.

Gewisse Gramineen, wie Briza, Melica, Dactylis, manche Sesleria-, Poa- und Bromus-Arten besitzen nach Angabe der Systematiker ebenfalls geschlossene, röhrige Blattscheiden, die als geschlossene Stipulae adnatae aufzufassen sind, und genau ebenso wie die oben näher erwähnte offene Stipula adnata der übrigen Gramineen mit Hilfe der stipulierten Spelzen von getrennt gewesenen Stipelpaaren herzuleiten sind.

Die geschlossene Stipula adnata der Fächerpalmen. Die meisten Fächerpalmen können nur mit einem gewissen Vorbehalt an dieser Stelle Erwähnung finden. Ich bin leider nicht im stande gewesen, mich in den Besitz des erforderlichen Untersuchungsmateriales zu setzen, um die in mancher Beziehung abweichenden Palmblätter näher prüfen zu können.

Die Fächerpalmen besitzen langgestielte Blätter und eine fächerförmig zerschlitzte Spreite. Da, wo der Blattstiel in die Spreite übertritt, befindet sich eine „Ligula“. Diese Ligula sieht jedoch nach unten zu; sie hat im Vergleich zur Spreite „ventrale“ Lage, während bei allen anderen von mir gesehenen Monokotylen die Ligula nach oben zu sieht, also „dorsal“ gelegen ist. Einigen Fächerpalmen, wie Chamaerops humilis, kommt nach *Eichler*[1]) eine doppelte Ligula zu, eine ventrale und eine dorsale, von denen letztere schwächer entwickelt zu sein pflegt als erstere. Der Blattstiel ist an seinen beiden Flanken häufig mit je einer Reihe scharfer Dörnchen besetzt, die harte Auswüchse des Blattstiels vorstellen. An der Basis trägt der Blattstiel eine oft nur sehr kurze Stipularscheide, die bei manchen Arten nur in der frühesten Jugend geschlossen zu sein scheint, später dagegen gesprengt wird oder auch unregelmäßig zerfasert. Auch in entwickelungsgeschichtlicher Hinsicht weichen die Fächerpalmen ab von den übrigen Monokotylen. Nach den von *Eichler* an Pritchardia filifera Hort. und Livistona australis Mart. ausgeführten Untersuchungen (l. c. pag. 5 und 6) ist die Ligula im Vergleich zur Blattspreite eine primäre Bildung, und keine sekundäre, wie dies von der

[1]) *H. Eichler* II. l. c. daselbst ist auch die ältere Litteratur citiert.

gewöhnlichen Monokotyledonen-Ligula gilt. Die Existenz einer Ligula, sowie die an der Basis des Blattstiels befindliche geschlossene Scheide deuten darauf hin, daß das Blatt der Fächerpalmen ehemals mit freien Stipeln ausgerüstet war, die sekundär zu einer geschlossenen Stipula adnata verwachsen sind. Die so gebildete Stipularscheide, die als Ligula unterhalb der Blattspreite endete, muß aber nachträglich eine Reduktion erfahren haben. Im untersten Teil ist die ursprüngliche Gestalt der geschlossenen Stipularscheide erhalten geblieben und bildet die kurze, an der Basis des Blattstiels befindliche Stipularscheide. Im oberen Teil dagegen wurde die ursprüngliche Stipularscheide reduziert und es sind als Reste derselben die Ligula, sowie die beiden Stachelreihen an den Flanken des Blattstiels aufzufassen. Für eine solche Deutung der Stachelreihen spricht der Umstand, daß nach meiner Beobachtung an einer solchen Art die Stachelreihen dadurch zu stande kommen, daß gewisse größere Gewebspartien in regelmäßiger Abwechselung obliterieren und ganz verschwinden, während die dazwischen liegenden kleineren Partien als Stacheln zurückbleiben. Die Ligula ist, wie gesagt, ebenfalls als Rest einer ursprünglichen Stipula adnata aufzufassen, deren oberster Teil sich eben erhalten hat. Die ventrale Lage der Ligula kann dadurch erklärt werden, daß man annimmt, die beiden ursprünglich freien Stipelenden sind mit Rücksicht auf die Blattspreite ventral miteinander zu einer einheitlichen Ligula verschmolzen, so daß die Ligula nicht nach oben sieht, wie gewöhnlich, sondern nach unten zu, und so unter die Blattfläche zu liegen kommt. Die Deutung der schwach entwickelten dorsalen Ligula von Chamaerops muß ich zunächst noch dahingestellt sein lassen, da wir bei den übrigen Monokotyledonen eben nur eine einfache Ligula antreffen.

c) Geschlossene Stipula adnata mit fehlender Ligula.

Die hierher gehörigen Monokotylen besitzen geschlossene, röhrige „Blattscheiden", die aber nach oben zu nicht mit einer Ligula enden. Bei ihnen ist die Ligula ähnlich wie bei den oben erwähnten Paniceen verloren gegangen, da ihr eine besondere biologische Funktion jedenfalls nicht mehr zukam. Die geschlossene Stipula adnata mit fehlender Ligula fasse ich ebenfalls auf als das phylogenetische Endprodukt, das durch Verschmelzung von zwei mehr oder minder langen Stipeln mit einer zugehörigen Blattstielbasis entstanden ist. Den Beweis für diese Anschauung erbringen die Staubblätter oder Perigonblätter der hierher zählenden Monokotyledonen, welche mit unverkennbaren Stipular-

organen ausgerüstet sind. Solche Staub- oder Perigonblätter fasse ich zunächst mit Rücksicht auf die genannten Organe ebenfalls als phylogenetisch-metamorphosierte Laubblätter auf, welche uns über die ehemalige Beschaffenheit und die morphologische Deutung der assimilierenden Laubblätter Aufschluß verschaffen können.

Die geschlossene Stipula adnata von Calliphruria und Ismene. Beide Gattungen gehören zu den Amaryllideen; es sind krautartige Zwiebelgewächse. Die Blätter von Calliphruria subedentata[1]) und C. Hartwegiana[2]) sind eiförmig und nach unten in einen deutlichen Stiel zusammengezogen, der mit einer röhrigen Scheide ausgerüstet ist; letztere wird später fleischig und bildet sich in ein Zwiebelblatt um. Die Blätter von Ismene calathina sind breit und bandförmig, verhalten sich aber im übrigen genau ebenso wie die von Calliphruria. Die Blattscheide beider Gattungen ist aufzufassen als eine Blattstielbasis mit ursprünglich freien Nebenblättern, welche durch Verwachsung ihrer freien Blatträndер zu einer geschlossenen Stipula adnata sich umbildeten, deren Ligula im Laufe der Zeit wieder verloren gegangen ist. Für diese Deutung spricht vor allem die eigenartige Ausbildung der „Nebenkrone". Die Blüte beider Calliphrurien besitzt je sechs weiße Perigonblätter, die im unteren Teil zu einer kurzen Perigonröhre verwachsen sind. An der Mündung derselben stehen sechs Staubgefäße, deren breite, blattartige Basalteile die „Nebenkrone" konstituieren. Bei Calliphruria Hartwegiana steht vor jedem Perigonblatt je ein Staubgefäß, das mit je zwei großen, deutlichen Nebenblättern[3]) ausgerüstet ist, die ebenfalls in zwei lange Spitzen ausgezogen sind und abgesehen von ihrer Größe von den stipulierten Staubgefäßen vieler Allium-Arten nicht abweichen. Calliphruria subedentata verhält sich ganz ähnlich, nur sind die Stipeln der Staubgefäße viel kleiner oder, wie es scheint, oft auf eine bloße Verbreiterung der Staubfadenbasis reduziert. Während bei diesen beiden Calliphrurien sechs völlig getrennte Stipelpaare die „Nebenkrone" konstituieren, sind dieselben bei Ismene calathina zu einer einheitlichen, großen, trichterförmigen Nebenkrone verwachsen

[1]) Curtis Botanical Magazin. London 1877. Volum 103. Tab. 6289.

[2]) Ibidem. Volum 102. Tab. 6259.

[3]) Da bei diesen Amaryllideen die Staubgefäfse den Perigonschlund weit überragen, so ist meinem Dafürhalten nach die Nebenkrone eher für eine Stipularbildung anzusehen, welche den Staubgefäfsen angehört und nicht dem Perigon, wie dies bei Narcissus der Fall ist. Doch werden erst entwickelungsgeschichtliche Untersuchungen diese Frage in Zukunft zu entscheiden haben.

(Taf. IV, Fig. 50). Die Stipeln sind hier außerordentlich groß. Das freie Ende einer jeden Stipel ist fein gezähnelt und entspricht je einem Läppchen der Nebenkrone. — Setzen wir nun die Staubblätter genannter Amaryllideen, beispielsweise die von Calliphruria in direkten Vergleich mit den Laubblättern derselben Art, so muß die eiförmige Blattspreite homolog dem Staubbeutel sein; der freie Teil des Blattstiels ist homolog dem freien Teil des Staubbeutelträgers, und die geschlossene röhrige Blattscheide ist homolog den Stipeln des Staubfadens. Würden die freien Ränder zweier Stipeln, wie sie die Staubgefäße jetzt noch besitzen, miteinander verwachsen, so würde eine geschlossene Röhre zu Stande kommen, wie sie den Laubblättern von Calliphruria jetzt eigen ist.

Nicht unerwähnt mag bleiben, daß die geschlossene Stipula adnata genannter Amaryllideen später ihre assimilierende Spreite abwirft, ebenso wie das die Stipulaorgane anderer Monokotyledonen thun, die bereits oben näher besprochen wurden.

Soviel systematischen Werken entnommen werden kann, schließen sich hinsichtlich der Stipelbildungen der Gattung Ismene noch andere Amaryllideen an, wie Hymenocallis, Calostemma, Elisena und Eucharis; während Eurycles sich ähnlich wie Calliphruria zu verhalten scheint.

Während bei den letzterwähnten Amaryllideen die Staubgefäße hinsichtlich ihrer Stipelbildungen den ursprünglichen Typus der Blattscheide repräsentierten, gilt solches von den Perigonblättern bei anderen Amaryllideen. Nach Angabe der Systematik [1]) ist die „Nebenkrone" von Tapeinanthus, Pancratium, (Bollaea, Halmyra, Tiaranthus) durch mehr oder minder tiefe Cäsuren in 12 Zähne gespalten. Von diesen kommen je zwei vor ein Perigonblatt zu stehen und von den Staubgefäßen kommt je eins zwischen zwei Zähne zu stehen. Bei Cryptostephanus scheint die Teilung der Nebenkrone am weitesten gediehen zu sein; letztere ist in 12 „Schuppen" aufgelöst, von denen je zwei vor ein Perigonblatt zu stehen kommen. Diese „Nebenkronzähne" oder „Schuppen" sind natürlich nichts weiter als Stipeln, welche den Stipularzähnen von Allium homolog sind. Die ligulalose, geschlossene Stipula adnata genannter Amaryllideen wandelt sich nach Verlust der assimilierenden Blattspreite um in eine fleischige „Zwiebelschuppe".

Die geschlossene Stipula adnata von Narcissus (Pseudo-Narcissus) hat die Gestalt einer wenige Centimeter langen, ligulalosen, röhrigen Scheide, an welche sich an einer Stelle die assimilierende Spreite

[1]) *Engler-Prantl;* Natürliche Pflanzenfamilien (Pax, Amaryllideen).

rechtwinklig ansetzt. Die Stipel wirft später die Spreite ab, um sich in ein fleischiges Gebilde umzuwandeln. Da, wo die Lostrennung des assimilierenden Spreitenteiles erfolgt, fand ich bei Narcissus Pseudonarcissus eine oder zwei parallele linienförmige Schwielen vor, die in nächster Nähe des Stipelrandes gelegen sind.

Die ursprüngliche Form der geschlossenen Stipula adnata hat sich bei Narcissus an den Perigonblättern nicht so rein erhalten als wie dies bei den letzterwähnten Amaryllideen der Fall ist. Die Nebenkrone von Narcissus bildet eine geschlossene Röhre, welche die Morphologen schon seit langer Zeit mit Recht als eine „ligulaartige" Bildung[1]) des Perigons auffassen. Diese Nebenkrone ist aber offenbar durch Verschmelzung von 6 mal zwei Nebenblättern entstanden, von denen je zwei je einem Perigonblatt zukommen. Hiefür spricht zunächst die Entstehung der Ligula überhaupt; dann aber auch die eben erwähnten Amaryllideen, deren Nebenkrone in 12 Zähne gespalten ist.

Wie dieser Verschmelzungsprozeß der ursprünglichen Nebenkronzähne vor sich gegangen sein mag, zeigt die Parakorolle solcher Amaryllideen, die in sechs, eventuell drei Lappen ausgeht. Durch Verschmelzung von je zwei Stipeln resultierten zunächst sechs Ligulateile, und durch weitere Verschmelzung von je zwei Teilen entstanden drei Nebenkronlappen, die schließlich zur Bildung einer zusammenhängenden Nebenkronröhre führen mußten.

Mit Rücksicht auf den morphologischen Aufbau der Nebenkrone von Narcissus muß deren Stipula adnata aus der Verschmelzung von zwei seitlichen Stipeln hervorgegangen sein. Der der Laubblattstipel homologe Teil der Perigonblätter ist enthalten in der verwachsenen Perigonröhre, die sich aus der Basis von sechs Perigonblättern und aus der Basis von 6 mal 2 zugehörigen Stipeln zusammensetzt. Der sechste Teil der Parakorolle von Narcissus entspricht einer Ligula, die an der Grenze von Spreite und Stipel sitzen sollte und die uns nicht mehr erhalten geblieben ist.

Den letzterwähnten Amaryllideen schließen sich zahlreiche Orchideen an, welche eine röhrige, geschlossene „Blattscheide" (Epidendron) besitzen. Diese Scheide trägt den oft scharf sich ansetzenden freien Spreitenteil, der ebenso wie bei anderen Monokotylen (gewisse Gramineen, Amaryllideen, Potameen etc.) von der „Scheide" abgeworfen werden kann. Diese „Blattscheide" betrachte ich ebenfalls als eine

[1]) *J. Ch. Doell* pag. 390; *Eichler* III pag. 157 f.; *Warming* pag. 222; *Pax* pag. 100; *Baillon* pag. 90 ff.

ligulalose geschlossene Stipula adnata, die aus der Verschmelzung von zwei Stipeln und einer zugehörigen Spreitenbasis hervorgegangen ist. Die ursprüngliche Form der geschlossenen Stipula adnata ist uns noch erhalten in dem dreiteiligen Labellum zahlreicher Arten, das ich (confer pag. 32 f.) mit Rücksicht auf seine seitlichen Stipeln als phylogenetisch metamorphosiertes Laubblatt betrachte. Die Stipeln des Labellums sind offenbar homolog den Stipeln der Perigonblätter gewisser Amaryllideen, sie sind homolog den Staubblatt-Stipeln von Calathina, Ismene und Allium, sie sind homolog den Hochblatt-Stipeln gewisser Gramineen und Potameen, sie sind schließlich homolog den paarigen Stipeln der oben geschilderten monokotylen Laubblätter.

Während bei zahlreichen Amaryllideen, Liliaceen und Orchideen die ursprüngliche Form der ligulalosen Stipula adnata in den stipulierten Perigonblättern oder Staubgefäßen noch aufzufinden war, gibt es andere Monokotyledonen, deren stipellose Blütenteile uns keinen Einblick mehr in den morphologischen Aufbau der röhrigen Blattscheide gewähren. Die röhrige Scheide solcher Monokotylen kann nur mit Hilfe systematisch nahe stehender Arten als Stipula adnata aufgefaßt werden, welche ebenfalls auf zwei getrennt gewesene Stipeln zurückzuführen ist, die mit einem zugehörigen Blattstiel zu einer einheitlichen Röhre verschmolzen sind.

Allium acutangulum und A. victorialis besitzen geschlossene, röhrige Scheiden, die sich oben plötzlich von der schmalen Blattbasis absetzen und ebenfalls der Ligula entbehren. Sowohl die Staubgefäße als auch die Perigonblätter beider Arten sind einfach und nicht stipuliert. Sicherlich sind aber auch bei diesen Arten die Staubgefäße früher einmal mit Stipeln und die Laubblätter mit einer Ligula ausgerüstet gewesen. Hierfür spricht die Existenz minimaler Überreste einer Ligula, die sich bei gewissen Allium-Arten an den Laubblättern erhalten hat, oder aber die Existenz minimaler Überreste von Stipeln, die sich an den Staubgefäßen erhalten haben. So finden sich an der Basis der Staubgefäße von Allium strictum Stipelrudimente vor in Gestalt kleiner Höcker, die bald auf beiden Seiten vorhanden sind, bald nur auf einer, bald auch gänzlich fehlen, und bei anderen Allium-Arten werden Spuren einer rudimentären Ligula an den Laubblättern angetroffen.

In genau der gleichen Weise wie die einfache, röhrige Blattscheide besagter Allium-Arten als Verschmelzungsprodukt eines Blattstiels mit zugehörigen freien Stipeln aufgefaßt werden muß, darf natürlich auch die geschlossene Scheide anderer Monokotylen ge-

deutet werden, wenn auch jede Spur von Stipelbildungen an den Blütenblättern und die Ligula der Laubblätter vermißt wird.

III. Stipula axillaris.

Die axilläre Stipel bildet stets ein von dem Blatt getrenntes und in der Blattachsel sitzendes Blättchen. Während die Stipula adnata die weiteste Verbreitung unter den Monokotyledonen besitzt, finden wir die axilläre Stipel nur bei Potamogeton und Zanichellia palustris vor. Ebenso wie die Stipula adnata bald offen, bald geschlossen sein kann, gilt ein Gleiches auch für die axilläre Stipel. Die offene axilläre Stipel findet sich bei vielen Potamogeton-Arten, während die geschlossene, axilläre Stipel von mir nur für Zanichellia palustris nachgewiesen werden konnte.

Die Stipula axillaris wird von vielen Autoren als Stipula intrapetiolaris bezeichnet. Ich werde jedoch diese Bezeichnung vermeiden, da andere Botaniker mit derselben auch die eigenartigen Stipularorgane der Rubiaceen bezeichnen, welche bekanntlich von der axillären Potameen-Stipel wesentlich verschieden sind.

A. Offene Stipula axillaris von Potamogeton.

(Taf. IV, Fig. 51—61 und Taf. V, Fig. 62).

Hier möge die Gestalt, die Größe, die Farbe, der anatomische Bau und die morphologische Auffassung der Stipel nähere Erörterung finden.

Die Gestalt der Stipula axillaris von Potamogeton.

Die Stipula axillaris hat bei den Potameen die Gestalt eines schmalen, blattartigen Gebildes, das länglich oder lineal ist, und in der Blattachsel, sowohl bei untergetauchten als auch bei schwimmenden Blättern auftritt (Fig. 51 a). Die Stipula umschließt ursprünglich den Stamm nach Art einer Scheide, und zeigt oft an ihrer Rückenseite, also an derjenigen, welche dem Blattstiel, eventuell der Blattfläche zugekehrt ist, zwei kielartig vorspringende Leisten (Fig. 51 b, c), zwischen welchen während der Knospenlage der Blattstiel oder auch die noch unentwickelte Blattfläche gelegen war. Solche doppelkielige Stipeln besitzt z. B. Potamogeton lucens, P.

polygonifolius, P. gramineus und P. rufescens. Bei anderen Arten ist von solcher Kielbildung nichts zu beobachten, so bei P. perfoliatus, P. crispus, P. pusillus u. a. Etwas abweichend hinsichtlich ihrer Gestalt ist die Stipel von P. crispus; sie ist dreieckig, oben schwach ausgerandet, und ihre beiden seitlichen Ränder sind schwach nach unten zu gebogen (Fig. 52).

Bei den meisten Arten ist die Stipel ein ziemlich festes, derbes Gebilde, das sich nicht in eine Ebene flach ausbreiten läßt, ohne im Rücken geknickt zu werden (P. lucens, perfoliatus, gramineus, polygonifolius, rufescens). Seltener ist die Stipel von zarthäutiger Beschaffenheit, wie bei P. crispus und pusillus. Mitunter tritt an der Stipel im Rücken eine mediane Spaltung ein, so daß an der Blattbasis zwei getrennte Blättchen sichtbar sind, die mehr oder weniger abstehend sein können. Solches beobachtet man regelmäßig bei Potamogeton mucronatus und mitunter auch bei P. crispus.

Bei Potamogeton ochreatus und P. Ulei, zwei exotischen Arten, die habituell dem einheimischen P. obtusifolius gleichen, geht die axilläre Stipel nach oben zu in lange Fransen oder Haare über. Ursprünglich sind die Stipeln beider Arten ganz und ungeteilt. Die Fransenbildung kommt dadurch zu Stande, daß das Parenchym im oberen Teil der Stipel frühzeitig zu Grunde geht, während die zugehörigen Bastfaserteile als Fransen zurückbleiben. Bei dem einheimischen P. obtusifolius, acutifolius und pusillus kann die Stipel mit dem Älterwerden der Blätter in ähnlicher Weise oblitterieren, wie bei den eben erwähnten Arten, nur tritt eben hier die Zerfaserung viel später ein und die Auflösung in einzelne Stränge ist eine viel unvollkommenere.

Die Größe der axillären Stipel.

Die Länge der Stipel beträgt bei den meisten Arten nur wenige Centimeter. Die kleinste besitzt Potamogeton crispus, die nur 9 bis 15 mm lang wird, und die grösste P. natans, die fast 15 cm lang wird. Die Breite der Stipel beträgt bei den von mir untersuchten Arten 8—15 mm (in extenso). Im nachstehenden seien die Längenmaße verschiedener Potameen-Stipeln mitgeteilt. Die von Potamogeton crispus ist 9—15 mm lang, von P. obtusifolius 10—20 mm, von P. plantagineus 5—25 mm, von P. gramineus var. heterophyllus 7 bis 28 mm, von P. rufescens 22—26 mm, von P. fluitans 10—35 mm, von P. polygonifolius 30—35 mm; von P. lucens 40—85 mm; und die von P. natans wird 140—147 mm lang.

Bei solchen Potameen, welche Schwimmblätter und untergetauchte Blätter zugleich besitzen, finden sich die in den Achseln der Schwimmblätter vorkommenden Stipeln stets kräftiger entwickelt als die in den Achseln der Wasserblätter. So z. B. sind bei P. gramineus (von Viernheim in Hessen stammend) die Stipeln der Wasserblätter 7—19 mm lang, während diejenigen der Schwimmblätter 25 bis 28 mm Länge erreichen.

Die Farbe der Stipulae.

Die Stipel der Potameen ist bald blaßgrün oder gelbgrün, so bei P. lucens, polygonifolius, fluitans, rufescens, gramineus; bald ist sie weißlich oder farblos, so bei Potamogeton natans, obtusifolius, acutifolius, pusillus und crispus.

Anatomischer Bau der Stipula axillaris von Potamogeton.

(Taf. IV, Fig. 53 und 54.)

Hinsichtlich ihres anatomischen Baues wurden die Stipeln von: Potamogeton natans, fluitans, gramineus var. heterophyllus, rufescens, polygonifolius, pusillus, obtusifolius, lucens, crispus und perfoliatus näher untersucht.

Das Parenchym besteht aus nur wenigen Lagen, ziemlich gleichmäßig gebauter, rundlicher oder seltener polygonaler Zellen. Am einfachsten beschaffen ist es bei Potamogeton pusillus und crispus (Fig. 53 und 54), bei denen es überhaupt aus nur zwei Lagen, lückenlos zusammengefügter, polygonaler Zellen besteht. Bei allen anderen Arten besteht das Parenchym aus 3—5 Lagen von Zellen und nur da, wo sich die dorsalen Kiele vorfinden, wird die Stipel noch bedeutend dicker. Nach oben, sowie nach dem Rande zu nehmen solche Stipeln an Dicke ab und werden dann bald ein oder zweischichtig. Interzellularen sind in dem Parenchym entweder nicht vorhanden (Fig. 53 und 54) oder nur verhältnismäßig schwach entwickelt. Chlorophyllkörner treten in dem Parenchym nur in mäßiger Anzahl auf, so besonders in den nach außen zu grenzenden Zellen; sie verleihen den Stipeln ihre meist gelblich grüne Farbe. Die farblose Stipel von Potamogeton crispus führt nur sehr sporadische Chlorophyllkörner; während die ebenfalls farblosen Stipeln von Potamogeton obtusifolius, pusillus und natans chlorophyllos zu sein scheinen.

Das Gefäßbündelsystem. Von allen untersuchten Arten erwiesen sich als völlig gefäßbündellos die Stipeln von Potamogeton pusillus (Fig. 53), bei allen anderen Arten dagegen sind Gefäßbündel

vorhanden, wenn auch nur in mehr oder minder rudimentärer Form. Nur 4 Gefäßbündel besitzt Potamogeton obtusifolius, von denen je zwei in den kielartig vorspringenden Kanten der Stipel sich befinden. Bei allen übrigen Arten dagegen trifft man mehrere (meist nicht unter 10) gleichmäßig verteilte, und parallel verlaufende Gefäßbündel an, die durch quere oder schräge Anastomosen mit einander in Verbindung stehen können.

Bau der Gefäßbündel. Die Gefäßbündel zeigen bei allen untersuchten Arten mehr oder minder rudimentäre Beschaffenheit. Ebenso wie auch alle anderen vegetativen Teile submerser Gewächse stark reduzierte Xylemteile oder solche überhaupt nicht mehr besitzen, gilt solches auch für die Stipeln von Potamogeton.

Von den untersuchten Arten besitzt Potamogeton fluitans die relativ vollkommensten Gefäßbündel. In der mittleren Partie der Stipel finden sich stets 6—8 Gefäßbündel, die besonders im unteren Teil noch deutliche, wenn auch sehr schwach entwickelte Spiral- und Ringgefäße enthalten. Die in den Flanken der Stipel befindlichen Gefäßbündel dagegen sind auf ihre Siebteilelemente reduziert.

Bei Potamogeton rufescens trifft man nur ganz vereinzelt noch Gefäßbündel mit schwachen Spiral- und Ringgefäßen an. Die meisten übrigen Gefäßbündel sind auf ihre Phloëmteile reduziert. In der Regel jedoch besitzt die axilläre Stipel von Potamogeton überhaupt nur noch Siebteilstränge, so bei Potamogeton polygonifolius, lucens, gramineus var. heterophyllus, crispus (Fig. 54), perfoliatus und natans. Bei P. obtusifolius sind nur vier solcher Stränge vorhanden, von denen je zwei in den Kanten sich vorfinden und von größeren Bastfasersträngen begleitet werden. Die weitgehendste Reduktion haben die Gefäßbündel bei Potamogeton pusillus erfahren. Weder von dem Xylem, noch auch von dem Phloëm sind irgend welche Spuren erhalten geblieben (Fig. 53).

Bastfaserelemente. Die Ausbildung solcher kommt nicht allen Stipeln zu. So sind bastfaserfrei die Stipeln von Potamogeton lucens, fluitans und crispus. Bei Potamogeton gramineus var. heterophyllus und P. natans stehen die Bastfasern größtenteils in Verbindung mit den Phloëmsträngen. Am kräftigsten ist das Bastfasersystem entwickelt bei Potamogeton obtusifolius und P. pusillus (Fig. 53): bei letztgenannter Art treten sämtliche Bastfasergruppen völlig isoliert auf, während bei erstgenannten vier noch mit Phloëmsträngen kombiniert sind.

Die Epidermis der Stipeln von Potamogeton besteht bei allen untersuchten Arten aus quadratischen oder rechteckigen Zellen mit geraden Membranen, und zwar gilt solches für die innere und äußere Epidermis zugleich. Spaltöffnungen habe ich nirgends angetroffen.

Über die morphologische Auffassung der Stipula axillaris von Potamogeton.

Geschichtliches. *Linné* scheint die axilläre Stipel der Potameen noch nicht gekannt zu haben; ich konnte wenigstens weder in den „Species plantarum" noch auch in dem „Systema vegetabilium" dieses Organ erwähnt finden.

A. v. Chamisso und *D. v. Schlechtstendal* dürften die ersten sein, welche die axilläre Stipel von Potamogeton im Jahre 1827 näher erwähnen; in der unten citierten monographischen Bearbeitung der Gattung Potamogeton heißt es (pag. 159): „Folia disticha, alterna (in unica specie opposita[1]), integra, demersa membranacea, pellucida, Stipulae intrafoliaceae liberae, vel folio basi vaginante adnatae ligulae-formes"[2]).

Die genannten Autoren widmen bei jeder einzelnen Species auch der „Stipula" eine kurze Beschreibung. Fast alle deutschen Arten von Potamogeton sind in dieser Abhandlung mit erwähnt.

Bischoff bezeichnet in seiner botanischen Terminologie die Nebenblattbildung der Potameen als „Stipula vaginans" und gibt weiter in seiner „allgemeinen Botanik" (I. pag. 180) vom Jahre 1834 eine theoretische Entwickelung für die Stipula an, indem er sie als ein Verwachsungsprodukt von zwei ursprünglich getrennten Stipeln auffaßt.

Endlicher spricht in seinem Enchiridium botanicum bei Schilderung der Charakteristik der Najadeae, zu welchen Potamogeton und Zanichellia gezählt werden, ebenfalls von „Stipulae intrapetiolares, membranaceae amplexicaules" (pag. 124).

In den bekannten systematischen Werken von *J. D. Koch* und *J. Doell* werden die mit einer axillären Stipel ausgerüsteten Potameen in eine besondere Untergattung zusammengefaßt. Letzterer definiert die Untergattung „Bathyphyllon" mit folgenden Worten: „Nebenblätter von ihrer Basis an von der außen befindlichen Laubspreite gesondert,

[1]) Gemeint ist Potamogeton densus.

[2]) Letzteres bezieht sich auf Potamogeton pectinatus und filiformis.

durch Verwachsung der inneren Ränder eine stengelumfassende Scheide bildend." *Doell* schließt sich somit hinsichtlich der Entstehung der Stipel den bereits mitgeteilten Ansichten *Bischoff's* an. — Ähnlich wie *Koch* und *Doell* teilen auch die meisten späteren Floristen und Systematiker die Gattung Potamogeton ein.

Thilo Irmisch, der im Jahre 1861 die erste grundlegende Arbeit für die Morphologie der Potameen lieferte, hat der Stipel ein besonderes Interesse nicht geschenkt. Er behält die alte Bezeichnung Stipula bei, bestreitet aber ihre Entstehung aus zwei ursprünglich getrennten Blatt-Teilen.

Weiter macht *E. Buchenau* in einer kleinen Mitteilung über Potamogeton mucronatus vom Jahre 1864 darauf aufmerksam, daß das „Blatthäutchen" dieser Art regelmäßig in zwei gleiche Hälften sich spalte, die dann divergierend zu beiden Seiten an der Blattbasis sitzen und in diesem Zustand das Aussehen von zwei echten Stipeln haben. —

Sauvageau, der sich als letzter eingehend mit der Morphologie und Biologie der Potameen befaßte, legt der axillären Stipel die Bezeichnung „Ligula" bei. *Sauvageau* scheint also die axilläre Stipel von Potamogeton und die Ligula der übrigen Monokotyledonen für morphologisch gleichwertige Organe anzusehen.

In ähnlicher Weise vermeidet auch *P. Ascherson* in seiner Monographie der Potamogetonaceae (pag. 195) den Ausdruck Stipel und bezeichnet diese als „Blatthäutchen".

Goebel setzt in dem neu erschienenen, letzten Heft seiner Organographie (II. 2, pag. 563 ff.) die axilläre Stipel von Potamogeton hinsichtlich ihrer biologischen Funktion echten Stipeln an die Seite, möchte sie aber hinsichtlich ihrer morphologischen Natur mit diesen letzteren nicht identifiziert wissen.

Die Stipel von Potamogeton ist, wie wir sehen, ein schon längst bekanntes Organ. Über die morphologische Deutung dieses Organes sind jedoch die Ansichten immer noch geteilt. Die einen sprechen von einer Stipula oder Stipula intrapetiolaris bei Potamogeton und geben damit ohne weiteres zu, daß es sich um eine Stipel im eigentlichen Sinn des Wortes handelt. Die anderen dagegen erblicken in der Axillarstipel ein Organ besonderer Natur, das auf keinen Fall mit einer eigentlichen Stipel identifiziert werden darf, und die Bezeichnung „Stipel" wird daher vertauscht mit der Bezeichnung „Ligula" oder „Blatthäutchen".

Die Frage, ob wir es bei Potamogeton mit einer echten Stipel zu thun haben oder nicht, konnte von mir zu Gunsten der erstgenannten Auffassung entschieden werden.

Die „Stipel" von Potamogeton trägt in der That mit Recht ihren Namen, da ihr alle Charaktere einer echten Stipel zukommen:

1. ist die axilläre Stipel von Potamogeton ein basaler Bestandteil desjenigen Blattes, in deren Achsel sie sitzt.
2. ist die axilläre Stipel von Potamogeton paarigen Stipeln homolog und ist phylogenetisch aus diesen hervorgegangen.

I. Die Stipel von Potamogeton bildet einen basalen Bestandteil desjenigen Blattes, in deren Achsel sie sitzt.

Wenn auch die Stipel von Potamogeton im fertigen Zustand ein blattachselständiges Organ vorstellt, so läßt sich dennoch unschwer beweisen, daß die Stipel von Potamogeton der Blattbasis angehört.

1. kommt es gelegentlich vor, daß die axilläre Stipel mit ihrem zugehörigen Laubblatt „verwachsen" ist. Das heißt, die axilläre Stipel kann ersetzt sein durch eine Stipula adnata, die ebenfalls aus einem oberen Teil (= Ligula) und aus einem unteren (= Stipularscheide) besteht.
2. Ist jede Stipula in entwickelungsgeschichtlicher Hinsicht ein Bestandteil des ihm vorgesetzten Laubblattes, aus dessen Basis die Stipula erst nachträglich ihre Entstehung nimmt.
3. Deutet die Zugehörigkeit der Stipel zum Laubblatt die Lage der Stipel zu den belaubten Seitenachsen an. Wir sehen überall da, wo ein neuer Laubtrieb in der Achsel eines stipulierten Laubblattes seine Entstehung nimmt, wie die Laubknospe zwischen der Stipel des Tragblattes und der Hauptachse ihren Sitz hat.

Zunächst mögen die

„Verwachsungserscheinungen" zwischen Stipula und Laubblatt.
(Taf. IV, Fig. 56—61)

näher ins Auge gefaßt werden. Und zwar kommen solche sowohl an jugendlichen Rhizomtrieben als auch an Keimpflanzen vor.

A. „Verwachsungserscheinungen" zwischen Stipula und Laubblatt an jungen Rhizomtrieben.

Potamogeton rufescens ist diejenige Art, bei der ich zum ersten Mal an auskeimenden Winterknospen Verwachsungen zwischen Stipeln

und Primärblättern in der Kultur beobachtete (Fig. 56). Da ich erkannte, daß diese Verwachsungen für die morphologische Deutung der axillären Stipel von großer Bedeutung sind, so bemühte ich mich, den Nachweis zu führen, daß dieselben unter Potameen eine allgemeine Verbreitung besitzen. Unter 14 Potamogeton-Arten, die ich längere Zeit hindurch beobachtet habe, konnten 10 ausfindig gemacht werden, deren junge Sprosse mitunter eine Verwachsung von Stipula und zugehörigem Laubblatt erkennen lassen: so bei Potamogeton rufescens, P. crispus, P. plantagineus, P. fluitans, P. polygonifolius, P. gramineus var. heterophyllus, P. praelongus, P. perfoliatus, P. lucens und P. nitens. Dagegen ist es mir bis jetzt noch nicht gelungen, die besagten Verwachsungen an austreibenden Sprossen von Potamogeton obtusifolius, P. acutifolius, P. pusillus und P. natans zu beobachten.

Zunächst seien Potamogeton rufescens und P. crispus näher erwähnt, da bei ihnen besagte Verwachsungen so häufig sind, daß sie einen normalen Bestandteil eines jeden neuen Laubtriebes bilden.

Bei Potamogeton rufescens machte ich dreimal die Beobachtung von besagten Verwachsungen: einmal in meinen Kulturen[1]) und dann an zwei verschiedenen Lokalitäten in der freien Natur[2]).

Unter 60 von mir im Freien eingesammelten Keimpflanzen, die aus Turionen (Fig. 55) hervorgegangen waren, befanden sich nicht weniger wie 55, die je ein Primärblatt mit ansitzender Stipula adnata besaßen. Diese Primärblätter folgen ebenso wie bei nachstehenden Arten direkt auf die spreitenlosen Knospenblätter (Fig. 56). Die Gestalt des freien Primärblatt-Teiles war ziemlich variabel (Fig. 56 und 57), zumeist war dieser länglich oder schwach spatelig und wurde 10—30 (selten bis 36) mm lang, während die zugehörige Stipel 14 bis 42 mm lang wurde. Die stets dorsale Anhaftungsstelle der Primärblattspreite lag zumeist in der Mitte, seltener in der oberen oder unteren Hälfte der Stipel. Der freie Blattteil ist horizontal abstehend oder bald mehr, bald minder stark bogig nach unten zu gekrümmt.

[1]) Das für meine Kulturen verwendete Material der Pflanze war im Spätherbst 1898 in Gestalt von Winterknospen in einem seichten, fast stagnierenden Wassergraben bei Baiersdorf, unfern von Erlangen eingesammelt worden.

[2]) Der größte Teil der untersuchten Keimlinge wurde am 5. April 1899 von der eben besagten Lokalität bei Baiersdorf eingesammelt. Das übrige Material stammte aus dem schnellfließenden Wasser der „Fischbach" am Valzner Weiher bei Nürnberg.

Bei vier Keimpflanzen hatte die der Stipel ansitzende Primärblattlamina die Gestalt einer kleinen, nur 2 mm langen und ebenso breiten, rückwärts gekrümmten, starren Schuppe. Dieselbe war dicht unterhalb der Stipulaspitze angeheftet, ähnlich ist auch Fig. 57 a.

Unter den zahlreichen Baiersdorfer Exemplaren haben sich auch zwei vorgefunden, bei denen die beiden erstgebildeten Laubspreiten ihren zugehörigen Stipeln angewachsen waren.

Ebenso häufig wie bei letztgenannter Species trifft man Verwachsungen zwischen Primärblättern und ihren jeweiligen Stipeln bei Potamogeton crispus an. Die von mir untersuchten Exemplare waren zum Teil meinen Kulturen entnommen, zum Teil zwei Lokalitäten in der freien Natur[1]). Fast bei sämtlichen jungen Sprossen, die großenteils aus Winterknospen hervorgegangen waren, war das erste oder die beiden ersten Primärblätter ihrer Stipel angewachsen; und zwar waren diese letzteren schmal linealisch und 6—14 mm lang, während ihre zugehörige Stipula 5—6 mm lang war und den Stamm fast völlig umschloß.

Nachträglich fand ich auch, daß *Irmisch* in der bereits erwähnten Abhandlung (pag. 18) eine kleine, diesbezügliche Notiz bei Potamogeton crispus gibt, die meine Beobachtung bestätigte. —

Während bei Potamogeton rufescens und P. crispus Verwachsungen zwischen Primärblättern und Stipeln so häufig sind, daß sie einen Bestandteil in der Entwickelung eines jeden normalen Laubsprosses vorstellen, treten dieselben bei den jetzt zu erwähnenden Arten immer nur vereinzelt auf.

Bei Potamogeton plantagineus konnte ich zweimal Verwachsungen (Fig. 58) zwischen Primärblättern und Stipeln beobachten: einmal an der natürlichen Lokalität[2]) und dann an den von daher stammenden Kulturexemplaren. Unter den zahlreichen durchmusterten Laubtrieben konnten nur wenige ausfindig gemacht werden, bei denen das erste Primärblatt mit einer Stipula adnata ausgerüstet war. Die dorsale Anhaftungsstelle der freien Lamina liegt bald in dem oberen, bald in

[1]) Das im Freien eingesammelte Untersuchungsmaterial stammte z. T. aus einem kleinen Bach auf der Sauweide bei Kork, Straßburg gegenüber; z. T. aus den Sumpflöchern bei Friesenheim, in der Nähe von Mannheim.

[2]) Den altbekannten, badischen Standort dieser seltenen Pflanze lernte ich zum ersten Mal am 10. Dezember 1898 kennen; ich traf damals die Pflanze in tiefen Sumpfgräben zwischen Neulußheim und Waaghäusel in schönster Vegetation und reichlich fruktifizierend an. Im Juni des folgenden Jahres konnten von dieser Lokalität zahlreiche junge Laubtriebe eingesammelt werden.

dem unteren Drittel der Stipel, und nur ausnahmsweise auch fast ganz an deren Basis. Die Stipula adnata hatte eine Länge von 5—6 mm und die zugehörige lineal-spatelige Blattspreite war 25—50 mm lang und 5—11 mm breit.

Bei Potamogeton fluitans konnte ich sowohl an meinen Kulturexemplaren[1]) als auch an einem natürlichen Standort[2]) nur mit Mühe im ganzen vier Sprosse ausfindig machen, die ein mit einer Stipula adnata ausgerüstetes Primärblatt trugen (Fig. 59). Die Abgangsstelle der freien Primärblattspreite an der Stipel liegt bald in der unteren Hälfte, bald in der oberen und bald in der Mitte. Die Länge des freien Primärblattteiles beträgt 4—20 mm und seine Breite 2—3,5 mm, während die zugehörige Stipel 22—27 mm lang wird.

Bei Potamogeton polygonifolius werden ebenfalls nur sehr selten Stipulae adnatae an den Primärblättern angetroffen. Ich habe solches beobachtet in meinen Kulturen[3]) und an dem natürlichen Standort[4]). Die freie Primärblatt-Lamina hat lineal-spatelige Gestalt und sitzt dorsal, bald in der Mitte, bald im oberen Teil der zugehörigen Stipel an.

Bei Potamogeton lucens konnte ich überhaupt nur zweimal je ein Primärblatt mit zugehöriger Stipel auffinden; den einen Fund machte ich in meinen Gartenkulturen[5]) und den anderen in einem Graben am Dumetsweiher bei Kosbach, Erlangen gegenüber. Die mit ihren Stipeln verwachsenen, erst gebildeten Primärblätter von Potamogeton lucens sind stets lineal, haben eine Länge von 18—28 mm und eine Breite von 1,5 mm. Die Länge der zugehörigen Stipula betrug 11—41 mm.

[1]) Das für meine Kulturen verwendete Material war im Spätherbst 1898, in Gestalt von Winterknospen, an der mir wohl bekannten Lokalität bei Erlangen eingesammelt worden. Die Pflanze wächst daselbst in dem fliefsenden Wasser der Seebach am „Heusteg" bei Dechsendorf.

[2]) Etwa 30 Rhizome der Pflanze mit zahlreichen jungen Trieben habe ich am 3. September 1899 im Neckar bei Heidelberg auf besonderen Wunsch eines Bekannten ausgraben lassen; die Pflanze vegetiert da in endloser Menge an vielen Stellen direkt bei der Stadt und scheint von hier zum ersten Mal beschrieben worden zu sein.

[3]) Das für meine Kulturen verwendete Material hatte ich in einem Mühlenbach mit schnellfliefsendem Wasser bei Genk in der Nähe von Hasselt in Belgien eingesammelt.

[4]) Zahlreiche jugendliche Laubtriebe wurden am 23. April 1899 in einem kleinen Graben mit schnellfliefsendem Wasser auf dem Artillerieschiefsplatz zu Wahn bei Bonn, unter Führung des Herrn *F. Wirtgen* eingesammelt.

[5]) Die Rhizome meiner Kulturpflanzen waren im Dezember 1898 in einem trocken gelegten Teich bei Mundenheim in der Rheinpfalz ausgegraben worden.

Auch *Irmisch* gibt bei Schilderung der Morphologie von Potamogeton lucens eine gelegentliche Notiz, daß an einem Sproß das erste „Phyllodium" seiner Stipula dorsal angewachsen war (l. c. pag. 17).

Bei Potamogeton perfoliatus konnte ich unter dem zahlreich vorhandenen Material innerhalb eines Jahres nur vier Laubtriebe antreffen, welche je ein Primärblatt mit zugehöriger Stipula adnata trugen. Drei solcher Sprosse fanden sich in meinen Gartenkulturen vor und einen vierten fand ich im Ludwigskanal bei Erlangen, aus dem zum Zwecke der Reinigung die Pflanze im April 1899 mit vielen jungen Laubtrieben herausbefördert wurde. Die der Stipel ansitzende Primärlamina hat stets eiförmige Gestalt und sitzt ungefähr in der Mitte oder im oberen Teil ihrer zugehörigen Stipula an. Die Länge der linealen Primärlamina beträgt 1—3 cm.

Bei Potamogeton praelongus konnte ich nur ein einziges Mal ein mit seiner Stipel verwachsenes Primärblatt antreffen. Das Material dieser Pflanze habe ich im August 1898 im Laacher See in der Eifel gesammelt. Die Pflanze hatte ich bereits ein ganzes Jahr in einem Thonkübel kultiviert und die jungen Sprosse unter meiner steten Kontrolle gehalten. Erst am 3. November 1899 fiel mir ein fingerlanger Sproß auf, dessen Primärblatt seiner zugehörigen Stipula angewachsen war. Dieses Primärblatt hatte längliche Gestalt und saß seiner zugehörigen Stipula dorsal in deren oberen Hälfte an. Das Primärblatt hatte eine Länge von 6 mm und seine Stipel eine solche von 20 mm.

Bei Potamogeton gramineus var. heterophyllus fand ich ebenfalls nur ein einziges Mal ein mit seiner Stipel verwachsenes Primärblatt. Ich machte diesen Fund auf einer Exkursion, die ich am 28. September 1899 an den grossen Hesselberger Weiher unternommen hatte, der zwischen Erlangen und Höchstadt gelegen ist. Und zwar war es ein erst wenige Centimeter langer Sproß, dessen Primärblatt die besagte Verwachsung aufwies. Das Primärblatt war schmal, linealisch und saß dorsal in der unteren Hälfte der Stipula an. Das Primärblatt war 6 mm und seine Stipel 9 mm lang. In meinen Kulturen dagegen hatte ich bis jetzt immer nur vergeblich nach derartigen Primärblättern gefahndet.

Bei Potamogeton nitens beobachtete ich auch nur einmal eine Verwachsung zwischen Primärblatt und zugehöriger Stipel. Das betr. Exemplar war mir unter anderen Potameen getrocknet überschickt worden und wurde von Baagoe in der „Susa" bei Ringsted (in Dänemark) gesammelt. Ein kleiner, wenige cm langer Seitentrieb trug

das betr. Primärblatt, das in der unteren Hälfte der Stipel angewachsen war; letztere war 6,5 mm lang und ersteres war länglich, 12 mm lang und 1,5 mm breit.

Bei einigen Potameen scheinen Verwachsungen zwischen Primärblättern und Axillarstipeln nicht vorzukommen, oder doch so selten zu sein, daß es mir bis jetzt noch nicht gelungen ist, dieselben aufzufinden. Es gilt das für Potamogeton natans, P. acutifolius, P. obtusifolius und P. pusillus.

Die Nervatur-Verhältnisse der Stipula adnata bei den eben geschilderten Primärblättern führen hinsichtlich der morphologischen Deutung der Stipula adnata zu dem gleichen Resultat, zu dem uns oben die äquivalenten Primärblätter der Potameenkeimlinge kommen ließen. Die Stipularscheide entspricht einer Kombination von Blattbasis mit dem unteren Teil einer axillären Stipel und die Ligula entspricht dem oberen freien Teil einer axillären Stipel.

In Fig. 61 a ist die normale, axilläre Stipel, und in Fig. 61 b die Basis des zugehörigen Hauptblattes von P. rufescens dargestellt. Die der Stipel angehörigen Nerven sind rot, und die der Blattbasis angehörigen schwarz gezeichnet. Die Stipel trägt im Rücken zwei kräftige, parallele Nerven (I und II), zwischen welchen einige sehr feine Stränge verlaufen. Die Seitenteile der Stipel werden von je vier paralleln grösseren Nerven durchzogen, die oben ein wenig miteinander anastomosieren. Die zugehörige Blattbasis dagegen wird durchzogen von sieben größeren Längsnerven, von denen der mediane (Nr. 4) am stärksten ist. An diesen schließt sich, nach links bis Nerv 3, und nach rechts bis Nerv 5, ein feines Nervatursystem an. Setzen wir nun die Nervatur der Stipula adnata eines Primärblattes (Fig. 60) in Vergleich mit derjenigen der axillären Stipel und mit derjenigen der Blattbasis. Die Ligula (= L) der Stipel besitzt ein ganz ähnliches Nervatursystem wie der obere Teil der axillären Stipel in Fig. 61 a. Die Ligula (L) von Fig. 60 ist somit offenbar homolog dem oberen Teil einer axillären Stipel. In der Stipularscheide (St) von Fig. 60 sind einmal die Nerven des unteren Teiles einer axillären Stipel und dann noch die Nerven einer Blattbasis enthalten. Diese liegen im mittleren Teil der Stipularscheide und sind in genau der gleichen Weise wie ihre homologen Nerven von Fig. 61 b mit 1–7 bezeichnet. Die Nerven Nr. 1 und Nr. 7 von Fig. 60 sind unten schwarz und oben rot gezeichnet. Der untere, schwarz gehaltene Teil entspricht offenbar einer Kombination der Blattnerven Nr. 1 und Nr. 7 mit zwei entsprechend langen Stücken der Stipulanerven I

und II. In der Stipularscheide ist somit einmal der untere Teil einer axillären Stipel und außerdem der untere Teil eines freien Laubblattes enthalten.

B. „Verwachsungserscheinungen" zwischen Stipula und Laubblatt an Keimlingen.

Wir haben bereits oben gesehen, daß diejenigen Potameen, denen sonst axilläre Stipeln zukommen, an der Keimpflanze Primärblätter bilden, an denen die axilläre Stipel durch die Stipula adnata substituiert wird. Es genügt daher hier auf das oben Gesagte hinzuweisen (pag. 17 f.).

Aus den zahlreichen Beobachtungen über Verwachsung von Stipel und Primärblatt dürfte zur Genüge hervorgehen, daß die Stipula adnata bei Potameen mit axillärer Stipel als normaler Bestandteil des Entwickelungskreises eines jeden Individuums auftreten kann. Da die Stipula axillaris an jugendlichen Sprossen substituiert wird durch die Stipula adnata, so wird erstere ebensogut wie letztere als ein Teil des ihr vorgesetzten Laubblattes angesehen werden dürfen.

Das Vorkommen der Stipula adnata an neugebildeten Laubsprossen bei Potameen mit axillärer Stipel ist für die phylogenetische Zusammengehörigkeit dieser Stipularorgane ebenfalls von großer Wichtigkeit. Da die Stipula adnata bei diesen Potameen allemal auf das erstgebildete Primärblatt beschränkt bleibt, so muß die Stipula adnata phylogenetisch älter sein als die Stipula axillaris. Zu genau dem gleichen Resultat führte uns ja auch die Keimungsgeschichte des Samens besagter Potameen (pag. 20).

Den zweiten Beweis, daß die Stipula axillaris der Potameen ein basales Anhängsel des ihr präponierten Laubblattes bildet, erbringt die Entwickelungsgeschichte.

Entwickelungsgeschichte der Stipula axillaris von Potamogeton.

(Taf. V, Fig. 62).

Die Entwickelungsgeschichte der Stipula habe ich eingehend bei Potamogeton perfoliatus und obtusifolius studiert. Von P. perfoliatus habe ich Laubknospen verwendet, die ich im November 1899 in einem halb vertrockneten Teich bei Neckarau (bei Mannheim) ausgrub, und von P. obtusifolius kamen Winterknospen zur Verwendung, die ich im Spätherbst 1898 bei Weppersdorf im Aischthal (Mittelfranken) eingesammelt hatte. Das Material wurde in Celloidin eingebettet und

auf Längs- und Querschnitten untersucht. Beide Species führten im wesentlichen zu dem gleichen Resultat.

Da bei beiden Arten die Blattstellung eine streng zweizeilige ist, so mußten mediane Längsschnitte, die senkrecht zur Blattfläche geführt waren, sämtliche Laubblattanlagen mit ihren zugehörigen Stipeln treffen.

Der Vegetationspunkt von Potamogeton perfoliatus ist schlank und kegelförmig, ähnlich wie dies von Hippuris bekannt ist. Derjenige von P. obtusifolius dagegen nähert sich mehr dem kuppen- als dem kegelförmigen. Die Blätter entstehen wie gewöhnlich durch Vorwölbung der äußeren Gewebsschichten am Vegetationspunkt und bilden einen Höcker. Dieser richtet sich frühzeitig empor, um nunmehr parallel zur Sproßachse weiter zu wachsen. Die Stipula axillaris ist eine ziemlich späte Bildung, und beginnt erst dann sichtbar zu werden, wenn die Anlage bereits deutlich blattartig und verhältnismäßig alt geworden ist. Die Stipula entsteht durch Vorwölbung eines Wulstes, der auf der Innenseite der Blätter, ziemlich tief unten sich bildet. Das Wachstum dieses Wulstes wird zunächst durch eine Reihe keilförmiger Zellen vermittelt (St in Fig. 62). Auf serienartigen Querschnitten durch Vegetationspunkte läßt sich weiter konstatieren, daß die Anlage der Stipel von vorneherein einen zusammenhängenden Wulst bildet und nicht, wie viele früheren Autoren vermutet haben, durch nachträgliche Verwachsung von zwei ursprünglich getrennten Primordien entsteht. Die Anlage der Stipel wächst nun ziemlich rasch in die Breite, um die vor ihr stehende Sproßachse scheidig zu umhüllen. Gleichzeitig findet aber auch (wenigstens bei P. perfoliatus) eine sekundäre Verschiebung der Stipel statt, so daß diese in die Achsel des Laubblattes zu sitzen kommt.

Ein klein wenig verschieden von P. perfoliatus ist das Verhalten bei P. obtusifolius. Der Zellwulst, aus dem die Stipel ihre Entstehung nimmt, steht nämlich an der Laubblattanlage bedeutend höher als dies bei P. perfoliatus der Fall ist. So kommt es, daß die sekundäre Verschiebung der Stipel in die Blattachsel keine so vollkommene ist wie dort, so daß wir die Stipel auch im fertigen Zustand ganz an ihrer Basis noch etwas mit ihrem jeweiligen Laubblatt verbunden antreffen.

Den dritten Beweis, daß die freie Stipel der Potameen wirklich einen zum Laubblatt gehörigen Bestandteil vorstellt, erbringt das Verhältnis, in dem die Stipel zu neu entstehenden Sprossen steht. Wir finden, daß überall da, wo ein Laubblatt als Tragorgan für

einen Seitensproß funktioniert, dieser zwischen der Sproßachse und der Stipel seine Entstehung nimmt. Würde dagegen der Seitensproß zwischen der Stipel und dem betreffenden Laubblatt seine Entstehung nehmen, so könnte die Stipel nicht ohne weiteres als ein Teil des Laubblattes angesehen werden.

Aus den mitgeteilten Beobachtungen ergibt sich als übereinstimmendes Resultat, daß die Stipel einen Teil ihres vorgesetzten Laubblattes repräsentiert; denn 1. sind die erwähnten Verschmelzungen zwischen Primärblättern und zugehörigen Stipeln bei Potameen mit axillärer Stipel allgemein verbreitet, 2. zeigt die Entwickelungsgeschichte, daß die Stipel stets aus der Basis ihres zugehörigen Laubblattes entsteht, und 3. nehmen axilläre Laubtriebe nur zwischen der Stipel und der Sproßachse, nie aber zwischen der Stipel und dem zugehörigen Laubblatt ihre Entstehung.

Nachdem wir uns jetzt zur Genüge davon überzeugt haben, daß die axilläre Stipel von Potamogeton einen Bestandteil desjenigen Laubblattes bildet, in deren Achsel sie sitzt, muß noch bewiesen werden, daß die axilläre Stipel das Homologon paariger Stipeln ist und phylogenetisch aus solchen hervorging.

Die axilläre Stipel von Potamogeton ist zwei getrennten Stipeln homolog.

Wir haben bereits oben (pag. 4f.) gesehen, dass die axilläre Stipel bei Hydrocharis morsus ranae, die als Knospenblatt an den Turionen auftritt, morphologisch als ein Verschmelzungsprodukt von zwei freien Stipeln aufzufassen ist, wie sie den gewöhnlichen Schwimmblättern von Hydrocharis morsus ranae zukommen. In ganz ähnlicher Weise ist auch die axilläre Stipel von Potamogeton ein Homologon paariger Stipeln.

1. Ist die axilläre Stipel von Potamogeton offenbar homolog den paarigen Stipeln von Potamogeton densus. Die Umbildung der Stipulae laterales in eine axilläre Stipel ist, wie bereits oben ausgeführt wurde, so vor sich gegangen, daß erstens die freien Teile paariger Stipeln zu einer Ligula verschmolzen sind (pag. 17), und daß zweitens die Stipularscheide der gebildeten Stipula adnata eine Spaltung erlitten hat (pag. 18f.).

Mit Rücksicht auf ihre Stipeln steht Potamogeton densus zu den anderen Potameen mit axillärer Stipel in dem gleichen Verhältnis, in dem unter den Dikotyledonen z. B. Ficus elastica zu F. stipulacea steht.

2. Ist die Stipula axillaris von Potamogeton deshalb paarigen Stipeln homolog, weil an der Keimpflanze solcher Potameen an den Primärblättern die axilläre Stipel ersetzt werden kann durch paarige Stipeln. Es bilden diese den phylogenetischen Ausgangspunkt für die Bildung der axillären Stipel, was ich oben auf Seite 12 f. schon zur Genüge auseinander gesetzt habe.

3. Muß erwähnt werden, daß die axilläre Stipel einer dikotylen Pflanze ontogenetisch von paarigen Primordien hergeleitet werden kann.

Wenn auch die von älteren Botanikern[1]) gehegte Anschauung, daß die axilläre Stipel von Potamogeton ein Verschmelzungsprodukt ursprünglich getrennter Primordien vorstelle, sich nicht bestätigt hat, so ist es doch *Eichler*[2]) gelungen, für die axilläre Stipel von Melianthus major, einer Sapindacee, einen solchen Nachweis zu führen. Den gemachten Beobachtungen des genannten Autors zu Folge entsteht die axilläre Stipel von Melianthus major aus zwei völlig getrennten Primordien, die sekundär zu einer unpaaren, blattachselständigen Stipel verschmelzen. Die Stipel von Melianthus major ist somit ein Homologon paariger Stipeln und darf natürlich auch in phylogenetischer Hinsicht von solchen hergeleitet werden. Die axilläre Stipel von Potamogeton ist offenbar derjenigen von Melianthus major homolog und muß ebenso wie letztere mit paarigen Stipeln identifiziert werden, wenn uns auch die Ontogenie der axillären Potameen-Stipel keinen Einblick mehr in ihre frühere, paarige Natur gewährt.

Schließlich mögen noch zwei geringfügigere Umstände erwähnt sein, die ebenfalls dafür sprechen, daß die axilläre Stipel paarigen Stipeln homolog ist.

Ähnlich wie bei dem äußersten Winterknospenblatt von Hydrocharis morsus ranae, das einer axillären Stipel homolog ist, die mediane Cäsur auf eine ehemals paarige Beschaffenheit dieses Knospenblattes hindeutet, so findet sich auch mitunter an der axillären Stipel von Potamogeton fluitans (wenigstens an nicht zu alten Trieben) eine Cäsur vor, die in genau der gleichen Weise gedeutet werden muß. Bei Potamogeton crispus ist, wie wir oben sahen, jede axilläre Stipel am oberen Rande mit einer seichten Bucht versehen.

Schließlich mag noch erwähnt sein, daß bei gewissen Potameen die axilläre Stipel eine nachträgliche Spaltung in zwei Hälften erleidet, die ebenfalls auf eine ursprünglich paarige Beschaffenheit der Stipel hindeutet. Eine solche nachträgliche Spaltung tritt bei P.

1) *Bischoff* (II) Band I. pag. 180 und *Doell*, Band I pag. 458.
2) *Eichler* (III) pag. 42.

crispus an nicht mehr ganz jungen Blättern auf, während bei P. mucronatus diese Spaltung ganz regelmäßig und ziemlich frühe eintritt, wobei dann die Stipelhälften an der Blattbasis deutlich divergieren (confer auch pag. 48 u. 52).

Die axilläre Stipel von Potamogeton ist, wie ich jetzt gezeigt habe, in morphologischer Hinsicht als echte Stipel aufzufassen. 1. bildet sie einen Bestandteil der Basis desjenigen Blattes, in deren Achsel sie sitzt. 2. Ist sie paarigen Stipeln homolog und ist phylogenetisch aus diesen hervorgegangen.

Eine besondere Modifikation der offenen axillären Stipel dürfte die Bildung der Stachelkränze gewisser Palmen sein, wie sie z. B. von Astrocaryum farinosum[1]) abgebildet werden. Diese Stacheln, über die entwickelungsgeschichtliche Daten scheinbar nicht vorliegen, treten stets reihenweise auf und sind auf die Insertionslinie des Blattstiels beschränkt.

B. Geschlossene Stipula axillaris.

(Taf. V, Fig. 63 und 64).

Die geschlossene Stipula axillaris bildet eine blattachselständige, allseitig geschlossene und nur oben offene Röhre. Diese Stipelform habe ich bis jetzt nur für Zanichellia palustris nachweisen können (Fig. 63). Sie besitzt eine Länge von 4—8 mm und eine Breite von 2—3,5 mm (in extenso); die Stipel ist farblos, zarthäutig und am oberen Ende gerade abgestutzt. Die röhrige Form der Stipel kann nur an jüngeren Teilen der Pflanze beobachtet werden. Später wird sie von den noch wachstumsfähigen Stamm- und Blatt-Teilen, die sie umschließt, an der der Spreite abgekehrten Seite gesprengt und hat dann das Aussehen einer offenen, axillären Stipel. In anatomischer Hinsicht muß hervorgehoben werden, daß die Stipel von Zanichellia den primitivsten Bau besitzt, den ich überhaupt bei Stipulargebilden bis jetzt auffand (Fig. 64). Die Stipel besteht aus nur zwei Lagen polygonaler Zellen, die keine Intercellularen einschließen. Die nach außen zu sehende Seite (a in Fig. 64) ist zum Unterschied von der dem Stamm zugekehrten Innenseite kutikularisiert. Jede Spur von Gefäßbündelteilen ist verschwunden; ebenso ist von Bastfaserelementen nichts vorhanden, die ja bei der ebenfalls sehr primitiven Stipel von Potamogeton pusillus noch vorhanden sind.

[1]) Siehe die Bearbeitung der Palmen von *Drude* in der Flora Brasiliensis III, Tab. 81.

Die geschlossene axilläre Stipel von Zanichellia palustris ist ebenfalls zwei Stipulae laterales äquivalent, die nachträglich mit einander zu einer Röhre verwachsen sind. Die geschlossene axilläre Stipel von Zanichellia palustris ist homolog den paarigen Stipeln von Althenia sp. und von Potamogeton densus, die beide mit Zanichellia palustris nahe verwandt sind. Und ebenso ist sie auch der geschlossenen Stipula adnata von Zanichellia Preissii homolog, welch letztere sich aber wieder mit Hilfe ihrer stipulierten Blütenhüllblätter auf paarige Stipeln leicht zurückführen läßt. Auch muß mit Rücksicht auf eine Dikotyle die geschlossene Stipula axillaris der Z. p. von paarigen Stipeln hergeleitet werden. Die „Stipulartute" von Liriodendron ist nur dadurch noch von der Axillarstipel der Zanichellia p. verschieden, daß sie oben geschlossen ist und so ursprünglich kappenförmig den Vegetationspunkt einschließt. Es ist *Eichler*[1]) gelungen, den entwickelungsgeschichtlichen Nachweis zu führen, daß die unpaare Tute von Liriodendron ebenfalls aus der Verschmelzung getrennter Primordialhöcker hervorgeht. Die Tute wird schließlich durch das Wachstum des von ihr eingeschlossenen Vegetationspunktes gesprengt und zerfällt in zwei gleichgroße Klappen, die zwei Stipeln homolog sind und den beiden Blattprimordien entsprechen, von welchen die Stipel ihren Ausgang genommen hat.

Über die Stellung, welche die geschlossene Stipula axillaris von Zanichellia palustris in phylogenetischer Hinsicht unter den Stipularorganen einnimmt, möge man das weiter unten Gesagte nachsehen.

Biologische Funktion der Stipeln bei Monokotyledonen.

Über die biologische Funktion der Stipeln dikotyler Pflanzen haben sich schon ältere Botaniker wie *de Candolle* (Organ. vég. I, pag. 341), *St. Hilaire* (pag. 196) und *Tréeul* (pag. 291) dahin ausgesprochen, daß dieselben als Schutzorgane junger, im Wachsen begriffener Pflanzenteile aufzufassen sind. Die Arbeiten jüngerer Autoren (*Schulz*, *Lubbock*, *Goebel*), die sich eingehender mit der biologischen Funktion der Stipeln beschäftigten, führen alle im wesentlichen zu dem Resultat, daß die Stipeln in erster Linie allerdings als Schutzorgane thätig sind und daß erst in zweiter Linie noch andere Funktionen in Betracht kommen können.

[1]) l. c. III, pag. 39 f.

Die biologische Funktion der Stipeln monokotyler Gewächse ist im wesentlichen die gleiche wie wir sie bereits von den Stipeln dikotyler Gewächse durch die genannten Autoren kennen gelernt haben. Die Stipulargebilde der Monokotyledonen haben

I. als Schutzorgane zu funktionieren; dabei kommen sowohl vegetative als auch fruktifikative Organe in Betracht;

II. als Assimilationsorgane und

III. als Reservestoffspeicher.

In der Regel haben die Stipeln zwei der genannten Funktionen nacheinander zu verrichten; insbesondere sei von den beiden letztgenannten bemerkt, daß sie stets in Kombination mit einer anderen auftreten.

Die erstgenannte Funktion, als Schutzorgan zu dienen, spielt bei den Stipeln der Monokotylen weitaus die wichtigste Rolle. Es geht solches zur Genüge hervor aus der ganzen morphologischen Beschaffenheit der Stipeln, sowie aus deren Lagerungsverhältnis zu den schutzbedürftigen Organen.

Ebenso wie bei Dikotyledonen wird auch bei Monokotyledonen der dem Sproßvegetationspunkt nötige Schutz in erster Linie dadurch bewerkstelligt, daß die Laubblätter der verschiedensten Altersstufen in einander geschachtelt sind, wobei die ältesten Blätter zu äußerst und die jüngsten zu innerst liegen. Der so geschaffene Schutzapparat, der bei vielen Pflanzen als solcher vorhanden ist, erfährt eine wesentliche Vervollkommnung, wenn die Blattbasis der Laubblätter Stipularorgane zur Entwickelung bringt wie dies sehr viele monokotyle Pflanzen auch thun.

Die weitgehendste Anpassung an ihre schützende Funktion dürften solche Stipeln aufweisen, die die Gestalt einer geschlossenen Röhre haben. Sie sind im stande, die zu schützenden Organe mit einer lückenlos zusammenschließenden Hülle zu bedecken. Hierher gehört die geschlossene Stipula adnata und die geschlossene Stipula axillaris. Ein etwas minderwertigeres Schutzorgan bildet die offene Stipula adnata und die offene Stipula axillaris. Eine völlige Umhüllung der zu schützenden Organe kann bei ihnen nur durch das Übereinandergreifen zweier Blatträndern bewerkstelligt werden. Den verhältnismäßig unvollständigsten Schutzapparat bilden die paarigen Stipeln; eine allseitige Umhüllung der schutzbedürftigen Organe kann nur durch das Übereinandergreifen von zweimal zwei freien Blatträndern zu stande kommen. Daß die unpaaren Stipeln in der That ein biologisch höher stehendes Organ vorstellen als paarige,

das beweist uns auch das oben näher geschilderte Verhalten der zwei äußersten Knospenblätter am Turio von Hydrocharis morsus ranae. Diese Knospenblätter sind, wie ich oben zeigte, paarigen Stipeln homolog, wie sie die gewöhnlichen Schwimmblätter von Hydrocharis besitzen. Ich sehe in der biologischen Funktion, einen verstärkten Schutz für junge Pflanzenteile zu bilden, dasjenige Moment, welches ursprünglich paarige Stipeln veranlaßte in unpaare sich umzubilden.

Mit Rücksicht auf ihre verschiedenartigen Funktionen lassen sich die Stipularorgane der Monokotyledonen etwa folgendermaßen gruppieren:

I. Stipeln, die ausschließlich zum Schutze junger, im Wachsen begriffener Pflanzenteile dienen.

Solche Stipeln sind farblos oder weißlich; sie entbehren des Chlorophylls und sind deshalb unfähig zur Assimilation. Häufig sind sie von zarthäutiger Beschaffenheit und, da sie nur zum Schutze junger, wachstumsfähiger Teile vorhanden sind, finden wir sie an älteren Blättern oft nicht mehr oder nur noch in oblitteriertem Zustande auf. Von den oben näher geschilderten Monokotyledonen mag hier erwähnt sein die geschlossene axilläre Stipel von Zanichellia palustris, die offene axilläre Stipel von Potamogeton crispus, P. pusillus, P. natans etc.; die offene Stipula adnata von Hydrocharis asiatica, Limnobium Spongia, Althenia filiformis und die paarigen Stipeln der Schwimmblätter von Hydrocharis morsus ranae.

II. Stipeln, die als Schutz- und als Assimilationsorgane funktionieren.

Die hierher gehörigen Stipularorgane versehen in der Regel nicht diese beiden Funktionen auf einmal. In der Jugend dienen diese Stipeln lediglich zum Schutze des Vegetationspunktes, sowie sie aber ihre definitive Größe erreicht haben, ist auch chlorophyllhaltiges Gewebe und eine spaltöffnungsführende Epidermis an ihnen zur Entwickelung gekommen, und damit haben die Stipeln die neue Funktion, die grünen Blattspreiten in ihrer Assimilationsarbeit zu unterstützen, übernommen.

Zunächst seien die paarigen Stipeln gewisser Pothos-Arten erwähnt, wie ich sie oben näher geschildert habe. Im fertigen Zustand nehmen dieselben oft einen eben so großen Flächenraum ein als die zugehörige Laubspreite ihn besitzt. Ebenso wie diese sind sie von lederartiger Beschaffenheit und mit Chlorophyll- und Spaltöffnungen

ausgerüstet. Die Hälfte der gesamten Assimilationsarbeit, welche die Pflanze zu verrichten hat, kommt dann den Stipeln zu.

Von weit geringerer Bedeutung als bei letztgenannten Araceen ist die assimilatorische Arbeit, welche die Stipel, nach ihrer Funktion als Schutzorgan, zu leisten hat bei Rhynchophyle, Microcasia, Calla palustris und Desmoncus-Arten. Die Stipel dieser Arten ist ebenfalls in ihrer ganzen Ausdehnung (wenn zumeist auch nur an der Außenseite) chlorophyllhaltig und mit Spaltöffnungen versehen, aber ihre assimilierende Fläche ist, verglichen mit derjenigen der Spreite so gering, daß die Assimilationsthätigkeit der Stipel für das Leben der Pflanze von sehr geringer Bedeutung sein dürfte.

Bei den bisher behandelten Arten funktionierte die Stipel im jugendlichen Zustand als Schutzorgan und im fertigen Stadium als Assimilationsorgan. Bei vielen anderen Arten werden diese beiden Funktionen nach einander nur von dem unteren Teil der Stipel, von der Stipularscheide versehen. Die zugehörige Ligula dagegen funktioniert lediglich nur noch als Schutzorgan des Vegetationspunktes. Sie umhüllt, wie dies *Goebel*[1]) zunächst für gewisse Gramineen zeigte, den Vegetationspunkt ursprünglich nach Art einer Kappe. Im fertigen Zustand besteht sie aus einem farblosen, häutigen Gebilde, das weder Spaltöffnungen noch Chlorophyll führt und das im späteren Leben oft verfallen kann. Solches gilt jedenfalls für die meisten Gramineen, für gewisse Junaginaceen, für Potamogeton striatus, P. pectinatus, P. filiformis und P. aulacophyllum. Für P. filiformis konnte ich selbst konstatieren, daß die Ligula ziemlich frühzeitig ihre völlige Größe erreicht, um ebenfalls in Gestalt einer spitz zulaufenden Kappe den Vegetationspunkt zu umhüllen, während die zugehörige Stipularscheide im nämlichen Entwickelungsstadium noch so weit in der Entwickelung zurück ist, daß die Ligula die Stipularscheide um das vielfache ihrer Länge übertrifft.

Von ganz besonderem Interesse sind in biologischer Hinsicht die „Ligulalappen", die ich oben für Pontederia näher geschildert habe. Ich habe oben (pag. 35 ff.) gezeigt, wie die Ligula von Pontederia am Ende in drei eigentümliche Lappen ausläuft. Diese Lappen eilen in ihrer Entwickelung der ganzen übrigen Stipel bis zu einem gewissen Zeitmoment voran, bis schließlich der obere Blattlappen sich über die Oberseite der Lamina des nächst jüngeren Blattes ausbreitet, während die beiden unteren Lappen sich in ähn-

[1]) Organographie II, 2, pag. 566 f.

licher Weise der Lamina-Unterseite anschmiegen, die jedoch nur eine teilweise Bedeckung erfährt. Ich erblicke in den Ligulalappen Organe, die speziell dazu da sind, um die jugendliche Blattfläche mit einer schützenden Decke zu überziehen.

In ähnlicher Weise wie die Ligulalappen von Pontederia funktioniert auch die Ligula der Palmen wenigstens in einem gewissen Altersstadium, nur ist eben bei den Palmen die Ligula Schutzorgan für die Blattspreite ihres eigenen Blattes, während bei Pontederia allemal die Spreite des nächst jüngeren Blattes bedeckt wird[1]).

v. Kenner[2]) hat die biologische Funktion der Gramineen-Ligula dahin gedeutet, daß das von der Blattfläche herabrieselnde Regenwasser gestaut wird, um so eine der Pflanze nachteilige Ansammlung von Wasser in den Blattscheiden zu verhindern. Es dürfte aber diese Deutung nach dem jetzt Mitgeteilten wenig für sich haben; auch hat bereits *Goebel* darauf hingewiesen, daß eine solche Auffassung nicht hinlänglich begründet sei.

Da jede Ligula morphologisch zwei miteinander verschmolzenen Stipelenden gleichkommt, so ist es sehr wahrscheinlich, daß auch die häutige Ligula früher einmal den Charakter eines gewöhnlichen Blatt-Teiles an sich trug und mit Chlorophyll- und Spaltöffnungen ausgerüstet war. Wenn der Ligula die Fähigkeit zu assimilieren verloren gegangen ist, so wird das daher kommen, daß einerseits die Assimilationsfähigkeit der Ligula für das Leben dieser Pflanzen völlig überflüssig gewesen sein mag und daß andererseits die Existenz der Ligula als Schutzorgan für den Vegetationspunkt unentbehrlich gewesen sein muß.

Unter den Gramineen erreicht nur die Ligula von Psamma arenaria[3]) die außergewöhnliche Größe von 4 cm und ist zudem mit Spaltöffnungen und Chlorophyll ausgerüstet. Sie kann somit derjenigen des oben beschriebenen Hedychium und derjenigen gewisser Araceen und der einiger Palmen an die Seite gesetzt werden. Bei anderen Gramineen ist die Ligula wohl noch mit Gefäßbündeln, aber nicht mehr mit Chlorophyll und Spaltöffnungen ausgerüstet, und bei wieder anderen Gramineen, die sicher in der großen Überzahl vorhanden sind, besitzt die farblose Ligula weder Spaltöffnungen, noch Gefäßbündel, noch Chlorophyll.

---

[1]) *Goebel* pag. 569.

[2]) *v. Kenner*, Band I, pag. 88.

[3]) *Goebel* II, 2, pag. 566.

Bei Paniceen und auch bei Allium ist die Ligula ein im Schwunde begriffenes Organ und kann im fertigen Zustand jede Stufe der Reduktion einnehmen.

Bei den ligulalosen Panicum- und Allium-Arten wird der Schutz des Vegetationspunktes lediglich durch die jungen, in einander geschachtelten Stipularscheiden besorgt. Genau das Gleiche gilt natürlich auch für alle übrigen Monokotyledonen, denen ligulalose Stipularscheiden zukommen.

Schließlich mag noch die axilläre Stipel vieler Potamogeton-Arten hier angereiht sein. Auch sie versieht nacheinander erst die Funktion eines Schutzorganes und später die eines Assimilationsorganes. Auch bei ihr muß die erstgenannte Funktion als die weitaus wichtigste angesehen werden, während die assimilatorische Thätigkeit für das Leben der Pflanze von ganz gleichgültiger Bedeutung ist. Die Stipel von Potamogeton lucens, polygonifolius, fluitans, rufescens etc. ist blaßgrün, enthält nur sehr wenig Chlorophyll, und besitzt keine Spaltöffnungen mehr. Häufig löst sie sich schon ziemlich frühzeitig mit ihren basalen Flanken von der Achse los, oder sie beginnt an der Spitze zu zerfasern, um schließlich bis auf wenige Rudimente zu verschwinden, während das zugehörige Laubblatt noch lange an der Sproßachse weit er bestehen kann.

III. Stipeln, die vorwiegend als Schutzorgane überwinternder Stammknospen dienen.

Am einfachsten dürften die Verhältnisse bei Smilax und Calla liegen. Bei den gewöhnlichen kultivierten Smilax-Arten wird die Blattspreite mit Abschluß einer Vegetationsperiode abgeworfen, während die Blattbasis, deren paarige Stipeln oft nur als „Stielscheide“ ausgebildet sind, zusammen mit den beiden Ranken an der Axe zurückbleiben. Inzwischen hat sich in der Blattachsel die für das nächste Jahr bestimmte Laubknospe gebildet. Die zurückbleibenden Stipeln, die jetzt ihre ursprünglich grüne Farbe eingebüßt haben und nunmehr fest und lederhart geworden sind, bilden durch Übereinanderlegen ihrer Ränder eine die Achselknospe völlig einschließende Hülle. Erst im nächsten Frühling wird durch die Entwickelung der Achselknospe die Hülle geöffnet, welche bald darnach zerfällt. Bei Calla palustris findet etwas ganz ähnliches statt. Die äußerste Hülle der Stammknospe wird während des Winters von der Stipel des letzten Laubblattes gebildet, deren Blattspreite abgewelkt ist. Mit Beginn der neuen Vegetationsperiode finden sich nur noch Reste der

jetzt verfaulten oder verwelkten Stipel vor, und das erste zur Entwickelung kommende Laubblatt besitzt eine normale Stipula adnata. In der eben geschilderten Weise verhielten sich meine Kulturexemplare. Bei ungünstigen Ernährungsbedingungen scheinen, gewissen Autoren zufolge, an Stelle normaler Laubblätter mitunter auch „Niederblätter" an den Stamminternodien sich zu entwickeln, die aber natürlich nichts anderes sind als Stipulae adnatae, deren Blattspreite nicht zur Entwickelung gekommen ist. Derartige „Niederblätter" können, falls sie im Spätherbst auftreten, selbstverständlich auch als Schutzorgane für den Stammvegetationspunkt figurieren.

Eine zweite Kategorie von Stipeln, die als Schutzorgane überwinternder Vegetationspunkte funktionieren, sind insofern als biologisch höher stehende Schutzorgane anzusehen als die ihnen zugehörigen Blattspreiten eine nur kümmerliche Ausbildung erlangen. Solches gilt für die Winterknospenblätter gewisser Potameen, wie P. obtusifolius, P. pusillus, P. acutifolius u. a., die vegetativ nur in Gestalt sogenannter Turionen oder Winterknospen die kalte Jahreszeit überstehen können. Der Knospenschutz solcher Turionen wird durch axilläre Stipeln besorgt, deren zugehörige Blattspreiten nur $^1/_2$—$^1/_4$ mal so lang werden als die Spreiten normaler Laubblätter. In Taf. V, Fig. 65 ist ein Querschnitt durch eine Winterknospe von Potamogeton obtusifolius dargestellt. Die Stipeln der Knospenblätter und auch die der jungen Laubblätter sind schwarz gehalten, während die zugehörigen Blattspreiten hell schattiert sind. Die drei äußersten Stipeln mit ihren zugehörigen Spreiten sind als Knospenblätter aufzufassen. Alle weiter nach innen zu gelegenen Blattorgane sind noch unentwickelte Laubblätter. Eine wesentliche Verstärkung des Knospenschutzes wird noch dadurch erzielt, daß die Stipeln der Knospenblätter mit ihren Rändern umgeklappt sind und mehr oder minder übereinandergreifen. Die Blattspreite der Knospenblätter ist grün und chlorophyllhaltig; doch dürfte die assimilatorische Funktion derselben hier gar keine Rolle spielen, da die Turionen doch dazu bestimmt sind, eine Ruheperiode durchzumachen.

Eine dritte Kategorie von Stipeln, die ebenfalls zum Schutze überwinternder Stammteile dienen, sind in der weitgehendsten Weise der ihnen zukommenden Funktion angepaßt. Bei ihnen kommt eine Blattspreite überhaupt nicht mehr zur Entwickelung. Hier sind zu erwähnen die überwinternden Stammknospen von Potamogeton lucens, P. perfoliatus, P. gramineus u. a., welche mit ihrer ebenfalls perennierenden Mutterachse in Verbindung bleiben. Ferner die Turionen

von Potamogeton rufescens, P. fluitans und Hydrocharis morsus ranae, welche die einzigen Überwinterungszustände dieser Pflanzen bilden[1]). Fassen wir von den genannten Potameen das Potamogeton rufescens etwas näher ins Auge. Die Vegetationsorgane dieser Pflanze gehen im Herbst vollständig zu Grunde und hinterlassen im Schlamm von Gräben und Teichen wurzellose, spindelige Knospen (Taf. IV, Fig. 55). Stellen wir uns durch die Region des Vegetationspunktes einen Querschnitt her, so bekommen wir ein Bild, wie es in (Taf. V, Fig. 66) dargestellt ist. Zu äußerst wird die Knospe von zwei „Schuppenblättern" (A und B) umhüllt; beide Blätter sind ziemlich kräftig entwickelt und umhüllen alle noch unentwickelten Laubblätter; letztere sind mit I—VI bezeichnet und ihre zugehörigen Stipeln sind schwarz gehalten. Wenn die Knospe im Frühling auszutreiben beginnt, so bilden die beiden Knospenblätter A und B zwei „Niederblätter", die den zwei untersten Sproßinternodien angehören (mit 3 und 4 in Fig. 56 auf Taf. IV bezeichnet). Morphologisch gesprochen sind aber diese beiden Niederblätter axilläre Stipeln, die in besonderer Weise der Funktion des Knospenschutzes angepaßt sind. Eine Blattspreite ist an ihnen nicht mehr zur Entwickelung gekommen. Sie selbst sind etwa $1^1/_2$—3mal so groß als gewöhnliche Stipeln, und während diese von mehr häutiger dünner Beschaffenheit sind, sind die Knospenblätter stets dicklich und lederartig. Im Querschnitt betrachtet bestehen die Knospenblätter aus mehreren Parenchymlagen, die dicht mit Stärkekörnchen angepfropft sind. Dieser Stärkereichtum deutet darauf hin, daß die Knospenblätter neben ihrer Schutzfunktion auch noch die der Reservestoffspeicherung besitzen. In genau der gleichen Weise verhalten sich die Knospenblätter der übrigen von mir untersuchten und oben erwähnten Potameen.

Besonderes Interesse beanspruchen schließlich noch die Knospenblätter, welche die Turionen von Hydrocharis morsus ranae einhüllen. Die Knospenblätter sind dadurch der ihnen zukommenden Schutzfunktion angepaßt worden, daß die Schwimmblätter eine Umbildung nach zwei verschiedenen Richtungen hin erfahren haben. Die Blattspreite ist an den beiden äußersten Knospenblättern völlig unter-

[1]) Es sei bemerkt, dafs bei Potamogeton fluitans nach meinen wiederholten Beobachtungen an verschiedenen Lokalitäten die Stammknospen von den Rhizomen sich häufig loslösen, um als frei flottierende Turionen neuen Individuen das Dasein zu geben. Ebenso häufig bleiben aber auch die Stammknospen mit ihren ebenfalls perennierenden Rhizomen in Verbindung, um an der Achse im kommenden Frühling neu auszutreiben.

drückt und, wie ich oben zeigte, nur ausnahmsweise noch in rudimentärer Form nachweisbar. Außerdem aber stellen die beiden äußersten Knospenblätter am Turio unpaare Blättchen vor; die paarigen Stipeln der Laubblätter sind zu je zweien miteinander verschmolzen, um in erhöhtem Maße der ihnen zukommenden Schutzfunktion entsprechen zu können. Das zweite Knospenblatt ist außerdem, wie wir sahen, besonders kräftig gebaut, nicht von häutiger, sondern von lederartiger Konsistenz und kapuzenförmig, während seine beiden Blattränder noch übereinandergreifen. Dadurch wird der ganze innere Knospenkern von einem einzigen Blatt allseitig umhüllt (Taf. I, Fig. 3 und 4). Abgesehen von den beiden äußersten Knospenblättern sind die Stipeln der nächstfolgenden Primärblätter auch noch in hervorragender Weise am Knospenschutze beteiligt. Die Spreite dieser Blätter ist stets in Form eines Rudimentes noch erhalten (Taf. I, Fig. 2). Ihre Stipeln weichen, wie ich oben bereits zeigte, durch ihre gegenseitige Lagerung, durch ihre meist stark konkave Form und durch ihre derbhäutige Beschaffenheit von den Stipeln normaler Laubblätter ab. Ähnlich wie in den Knospenschuppen gewisser Potameen trifft man auch in denen von Hydrocharis morsus ranae in der Regel zahlreiche Stärkekörnchen an. Die Knospenschuppen haben neben der ihnen zukommenden Schutzfunktion ebenfalls noch die der Reservestoffspeicherung zu versehen.

In ähnlicher Weise wie die Knospenschuppen der eben geschilderten Monokotyledonen verhalten sich die gewisser Dikotyledonen. Nach *Goebel*[1]) werden die überwinternden Stammknospen von Magnolia fuscata, von Quercus und Fagus von Knospenblättern umhüllt, die morphologisch als Stipeln zu deuten sind. Sie sind zum Zwecke des Knospenschutzes etwas abweichend gebaut von denen assimilierender Laubblätter und ihre zugehörige Spreite pflegt eine „Hemmung" in ihrer Entwickelung zu erfahren. Nach *Reinke*[2]) wird die überwinternde Stammknospe von Gunnera von „Axillarstipeln" umhüllt, die zunächst die Funktion des Knospenschutzes, und mit Rücksicht auf die in ihnen enthaltene Stärke nebenbei auch die der Reservestoffspeicherung zu verrichten haben. Und nach *Hilburg*[3]) sind die Schuppen der Winterknospe von Tilia zwei verwachsenen Stipeln homolog, deren zugehörige Blattspreite nicht zur Entwickelung kommt.

1) *Goebel*, Organographie II, 2, pag. 575.
2) *Reinke*, l. c. pag. 78, f.
3) *Hilburg*, l. c. pag. 26 f.

IV. Stipeln, die vorwiegend als Schutzorgane von Blütenständen oder Blüten dienen.

Als solche können Stipulae laterales, Stipulae adnatae oder Stipulae axillares funktionieren.

A. Paarige Stipeln, die als Schutzorgane von Blüten oder Blütenständen dienen. Zunächst sei Potamogeton densus erwähnt. Ich habe bereits oben auf pag. 6 f. darauf hingewiesen, daß die schönen, paarigen Stipeln dieser Pflanze immer nur an denjenigen Laubblättern auftreten, welche direkt an der Basis eines Blütenstandes sich befinden. Und zwar sind es nie mehr als ein oder zwei Laubblätter, welche durch Stipeln ausgezeichnet sind. Da allen übrigen Laubblättern paarige Stipeln fehlen, so dürfte ohne weiteres einleuchtend sein, daß bei dieser Pflanze die Stipeln keine andere Funktion haben, als den Blütenstand während seiner Entwickelung durch Umhüllung zu schützen. Die Stipeln sind, wie oben schon mitgeteilt, chlorophyllos und von ein bis zwei sehr schwachen Nerven durchzogen. Da alle übrigen nahe verwandten Süßwasser-Potameen stipulierte Laubblätter haben, so halte ich es für sehr wahrscheinlich, daß auch bei Potamogeton densus früher einmal sämtliche Laubblätter stipuliert waren, und daß diese nur deswegen ihre Stipeln verloren haben, weil einerseits die Blütenstände nicht in der Achsel eines jeden Laubblattes zur Entwickelung kommen, und weil andererseits der dem Vegetationspunkt nötige Schutz durch die breite, stengelumfassende Basis der Laubblätter versorgt werden kann, die am Vegetationspunkt dicht in einander geschachtelt sind.

Auf einige ähnliche Vorkommnisse von Stipeln bei Dikotyledonen muß hier noch aufmerksam gemacht werden. Nach *Lubbock*[1]) kommen bei Helianthemum guttatum nur im oberen Teil des Sprosses, auf den die Blätter beschränkt sind, stipulierte Laubblätter vor. Und nach *Goebel*[2]) werden bei Adenostyles albifrons ebenfalls nur an den höher stehenden Laubblättern Stipeln angetroffen, welche in der Nähe der Blütenstände sich befinden. Die biologische Funktion der Stipeln ist bei diesen Pflanzen natürlich auch keine andere als die des Schutzes von jungen Blüten, eventuell Blütenständen.

Während bei Potamogeton densus die zu den paarigen Stipeln gehörige Blattspreite ihre volle Ausbildung beibehält, ist solches für die jetzt zu erwähnenden Gramineen nicht zutreffend. Die Spelzen

---

[1]) *Lubbock* l. c.

[2]) *Goebel*, Organogr. II, 2, pag. 556.

zahlreicher Gramineen bestehen — wie ich oben pag. 28 zeigte — aus einem unteren, mit paarigen Stipeln ausgerüsteten Teil und einem oberen, der „Granne". Der untere stipulierte Teil der Spelze kommt beim Blütenschutz allein in Betracht. Die Stipeln der Spelzen erreichen, verglichen mit denjenigen der Laubblätter eine nur geringe Länge, die aber genügt, um die an sich kleinen Blüten umhüllen zu können. Während die Stipula adnata der Laubblätter infolge ihres Chlorophyllreichtums sich in hervorragender Weise an der gesamten Assimilationsarbeit der Pflanze beteiligt, geht den Spelzen die Fähigkeit zu assimilieren fast vollständig ab. Die den Schutzstipeln zugehörige Lamina, die „Granne", erlangt im Vergleich zur Spreite der Laubblätter eine nur rudimentäre Ausbildung und ist meist nur noch im jugendlichen Zustande grün.

Bei den stipulierten Spelzen mancher Gramineen kann die Granne auf ein Minimum reduziert sein, so daß nur ein Stipelpaar übrig bleibt, das als schützende Hülle für die Blüte dient. Ganz ähnlich verhalten sich auch die „Blütenhüllblätter" gewisser Zanichellieen. Die Blütenhüllblätter von Althenia sp. (pag. 9) und die von Zanichellia Preissii (pag. 38) sind Stipelpaare, die ausschließlich als Schutzorgane der Blüten funktionieren, welche sie in ihrer Achsel tragen. Die Entwickelung einer Blattspreite unterbleibt an solchen Stipelpaaren gänzlich.

B. Stipulae adnatae, die zum Schutz von Blüten oder Blütenständen dienen. Am einfachsten liegen die Verhältnisse bei Zostera (Z. marina und Z. nana). Der Schutz des Blütenstandes wird von der sog. Spatha besorgt. Diese Spatha ist aber, wie sich leicht durch den Vergleich mit den Laubblättern erkennen läßt, nichts anderes als ein Laubblatt, das in besonderer Weise modifiziert wurde, um als Schutzorgan für den Blütenstand zu funktionieren. Die Spatha besteht, wie oben schon mitgeteilt wurde, aus einer Stipula adnata und einer zugehörigen Spreite. Auch hier ist es die Stipel, welche ausschließlich als Schutzorgan für den Blütenstand dient. Sie ist im Vergleich zur Stipel gewöhnlicher Laubblätter sehr groß und kräftig; sie vermag den Blütenstand völlig einzuhüllen, dadurch daß ihre freien Blattränder noch ein wenig übereinandergreifen. Die Spreite der Spatha ist, verglichen mit derjenigen normaler Laubblätter in der Richtung ihrer Längsachse stark verkürzt, im übrigen aber ebenfalls grün und chlorophyllhaltig. An der Assimilationsarbeit der ganzen Pflanze hat sie sich offenbar nur in sehr untergeordneter Weise zu beteiligen. Die Spatha wirft, ähnlich wie das die Laubblätter thun, im Alter ihre Spreite ab. — Bei Potamogeton pectinatus sind zur Um-

hüllung junger Blütenstände stets zwei Stipulae adnatae nötig, die durch ein so äußerst kurzes Internodium von einander getrennt sind, daß sie gegenständig zu sein scheinen. Dadurch, daß die freien Ränder dieser Stipeln übereinandergreifen, kommt eine sackartige Hülle zu Stande, welche den Blütenstand allseitig umhüllt. Solche Stipeln bleiben viel kürzer als die gewöhnlichen Laubblätter; sie werden viel breiter und besitzen eine nur sehr kurze Ligula. Die zugehörige Blattspreite ist in der Richtung ihrer Längsachse stark verkürzt.

In ähnlicher Weise verhalten sich auch die Spelzen gewisser Gramineen, die in Form einer Stipula adnata ausgebildet sind. Auch sie haben in erster Linie als Schutzapparate für die Blüten zu funktionieren, und haben daher eine von der Stipula adnata gewöhnlicher Laubblätter abweichende Ausbildung. Abgesehen von ihrer geringen Größe und dem Mangel des Chlorophylls ist ihre Blattspreite ebenfalls zu einer nicht mehr assimilationsfähigen Granne reduziert, die oft nur noch als winziges Rudiment aufgefunden wird.

Die weitgehendste Anpassung an die Funktion des Blütenschutzes zeigen endlich solche Stipulae adnatae, an denen eine Blattspreite überhaupt nicht mehr zur Entwickelung kommt. Die Hochblätter der Blütenstände zahlreicher Zingiberaceen (pag. 26 f.), sowie diejenigen von Althenia filiformis (pag. 24) erreichen im Vergleich zu den schutzbedürftigen Blüten nur eine gewisse Länge und die Anlage einer Blattspreite unterbleibt gänzlich.

C. Stipulae axillares, die als Schutzorgane von Blütenständen dienen. Axilläre Stipeln, die speziell zum Schutz von Blütenständen dienen, finden sich bei all denjenigen Potamogeton-Arten, deren Laubblätter axilläre Stipeln tragen. Der Schutz des jungen Blütenstandes wird zunächst dadurch zu Stande gebracht, daß zwei axilläre Stipeln sich gegenüberstehen und mit ihren freien Blatträndern sich gegenseitig decken (Taf. V, Fig. 67), so daß eine sackartige Hülle gebildet wird, welche den jugendlichen Blütenstand einhüllt. Die Gegenständigkeit dieser beiden Stipeln ist natürlich nur eine scheinbare und ist ähnlich wie bei P. pectinatus dadurch zu Stande gekommen, daß das letzte, der Inflorescenzachse vorhergehende Stamminternodium eine minimale Länge besitzt. Weiter ist auch die Form dieser Stipeln der ihnen zukommenden Schutzfunktion angepaßt; sie sind viel kräftiger, dicker und breiter als die Stipeln anderer Laubblätter. Die den Schutz-Stipeln zugehörige Blattspreite ist oft stark in ihrer Längsachse verkürzt, was zunächst für die grasblätterigen Potameen, P. trichoides (Fig. 67), acutifolius, obtusifolius etc. gilt. So

wie einmal der Blütenstand ein gewisses Alter erreicht hat, sprengt er die aus zwei Stipeln bestehende Hülle (Taf. V, Fig. 68), um sich auf einem mehr oder minder langen Stiel über das Wasser zu erheben, während die beiden getrennten Stipeln an der Basis des Blütenstandes noch fortbestehen.

Als Schutzorgane für neue Achselsprosse (= neue Sproßgenerationen) kommen die Stipeln S kaum in Betracht. Die Anlage solcher Seitensprosse, deren Entwickelung häufig ganz unterbleibt, findet zu einer Zeit statt, in welcher die von den Stipeln umhüllte Inflorescenz bereits ihre volle Ausbildung erreicht hat. Zudem haben solche neugebildete Seitensprosse gar nicht den Schutz der Stipeln S nötig, da derselbe von ein bis zwei „Niederblättern" (= spreitenlose Stipulae axillares) besorgt wird, mit denen jede Sproßgeneration ihr Wachstum beginnt.

V. Stipeln, die vorwiegend als Reservestoffbehälter dienen.

Wir haben bereits oben im vorletzten Abschnitt in den Knospenblättern gewisser Potameen und in denen von Hydrocharis morsus ranae Stipularorgane kennen gelernt, die, abgesehen von ihrer Funktion als Schutzorgane zu dienen, nebenbei auch noch die der Reservestoffspeicherung besitzen. In viel ausgeprägterer Form sind die jetzt zu erwähnenden Stipularorgane der Funktion, Reservestoffe zu speichern, angepaßt. Die „Zwiebelschuppen" der oben erwähnten Amaryllideen sind, wie ich zeigte, nichts anderes als Stipularscheiden, die zum Zwecke der Reservestoffspeicherung fleischig anschwellen. Dadurch wird der Pflanze während ihrer Ruheperiode als Zwiebel ein gewisser Vorrat von Nahrungsstoffen für die nächste Vegetationsperiode gesichert. Neben dieser Funktion haben die Zwiebelschuppen natürlich auch noch den Vegetationspunkt zu schützen, was durch die Ineinanderschachtelung der einzelnen Stipeln geschieht. Da bei besagten Amaryllideen die Anschwellung der Stipularscheide erst gegen das Ende der Vegetationsperiode und nach Abwurf der assimilierenden Spreite erfolgt, so dient die Stipel während der ersten Periode ihres Lebens nur als Schutzorgan für den Vegetationspunkt und als Tragapparat für die Laubspreite. In viel vollkommenerer Weise als bei den Amaryllideen sind bei zahlreichen Allium-Arten bestimmte Stipularorgane der Funktion, Reservestoffe zu speichern, angepaßt, da bei ihnen kein Funktionswechsel stattfindet. Die sogenannten „Nahrungsblätter" vieler Allium-Arten, die den wichtigsten Teil der Zwiebel

ausmachen, sind fleischige Stipularscheiden. Sie werden von vorneherein als Reservestofforgane ausgebildet. Die Ausbildung einer zugehörigen Blattspreite, sowie die einer Ligula unterbleibt gänzlich.

Phylogenetische Schlussbetrachtung.

Wenn ich auch bereits oben auf Seite 19 f. das wichtigste über die phylogenetische Entwickelung der Stipelbildungen mitgeteilt habe, so halte ich es doch für nötig, in zusammenhängender Form die Frage nach der Phylogenie noch besonders zu behandeln.

Die bereits oben mitgeteilte Entwickelungsgeschichte des Samens verschiedener Potameen mit axillärer Stipel ließ uns drei wichtige, phylogenetische Sätze aufstellen:

1. Die paarigen Stipeln bilden den phylogenetisch ältesten Typus.
2. Die Stipula adnata bildet den phylogenetisch zweitältesten Typus.
3. Die Stipula axillaris bildet den jüngsten Typus.

Da in der Familie der Potameen alle Stipeltypen monokotyler Blätter vorkommen, so habe ich mit besonderer Rücksicht auf diese Familie nebenstehend ein Schema entworfen, in dem alle überhaupt vorkommenden Stipelbildungen mit verzeichnet werden konnten.

Die paarigen Stipeln stellen den phylogenetisch ältesten Typus vor, der als Ausgangspunkt für alle anderen Stipularorgane bei Monokotyledonen gedient hat. Hiefür sprechen folgende Argumente:

a) Die paarigen Stipeln sind bei Potameen mit axillärer Stipel auf die erst gebildete Primärblattgeneration beschränkt.

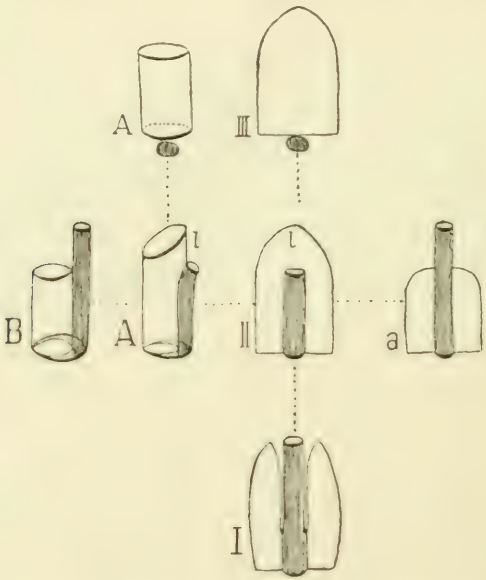
b) Die axilläre Stipel der zu den Sapindaceen gehörigen Gattung Melianthus major entsteht aus zwei getrennten Blattprimordien.

c) Die Stipula adnata der Polygoneen kann ontogenetisch von paarigen Stipeln hergeleitet werden.

d) Die paarigen Stipeln sind schließlich deshalb phylogenetisch älter als unpaare, da sie in biologischer Hinsicht keinen so vollkommenen Schutzapparat vorstellen wie unpaare Stipeln (pag. 65).

Dieser älteste Typus findet sich unter den Potameen nur noch bei Potamogeton densus, Althenia sp. und Ruppia. Er entspricht der schematischen Figur I. — Unter den übrigen Monokotyledonen

gibt es nur wenig Vertreter, die diese älteste Form der Blattscheide bis heute noch beibehalten haben. So bei vielen Najas-Arten, bei Hydrocharis morsus ranae, bei Smilax otigera und mehreren Pothos-Arten.



Schematische Darstellung der Stipulargebilde mit Rücksicht auf ihren phylogenetischen Zusammenhang. Der älteste Typus (Stipulae laterales) ist mit I bezeichnet. Der zweitälteste (Stipula adnata) mit II, der jüngste (Stipula axillaris) mit III. Im übrigen siehe den Text.

Die von Celakovsky[1]) geäußerte Ansicht, daß die paarigen Stipeln der Dikotyledonen infolge ihrer höheren morphologischen Gliederung phylogenetisch jünger seien als unpaare Stipeln scheint mit Rücksicht auf meine eben mitgeteilten Beobachtungen an Monokotyledonen sehr unwahrscheinlich zu sein. Abgesehen davon aber mag nicht unerwähnt bleiben, daß es bei Dikotyledonen Sproßachsen gibt, deren ungeteilte Blätter sicherlich von gegliederten oder geteilten Blattspreiten phylogenetisch hergeleitet werden müssen. So gehen z. B. bei Chondrilla juncea und Armoracia rusticana komplizierter gebaute Blätter den einfacheren an ein und derselben Sproßachse vorher[2]). Wenn wir auch gewohnt sind, geteilte Blattflächen für

[1]) *Celakovsky*; pag. 161.
[2]) *Hildebrand*; pag. 305.

phylogenetisch älter zu halten als ungeteilte, mit Rücksicht darauf, daß zahlreiche Sproßachsen den komplizierteren Blättern häufig einfachere oder ungeteilte vorausgehen lassen, so gibt es von dieser Regel eben doch eine Reihe Ausnahmen, in denen eine „progressive" Entwickelung vom komplizierteren zum einfachen Blattorgan stattgefunden hat.

Die Stipula adnata stellt den phylogenetisch zweitältesten Typus vor, der in direkter Linie aus dem Typus der paarigen Stipeln hervorgegangen ist. Hiefür sprechen folgende Argumente:

1. An den Keimlingen von Potamogeton sind die Primärblätter der zweiten Generation nicht mehr mit paarigen Stipeln, sondern mit je einer Stipula adnata ausgerüstet.

2. Die Stipula adnata tritt sowohl an der Achse von Keimlingen, als auch an derjenigen junger Laubsprosse als regelmäßiger Vorläufer der Stipula axillaris von Potamogeton auf.

3. Bei Hedychium sp. gehen den normalen Laubblättern mit unpaarer Ligula Primärblätter mit paariger Ligula vorher.

Die Stipula adnata ist somit einerseits älter als die Stipulae laterales und andererseits jünger als die Stipula axillaris.

Die Stipula adnata besteht aus einem unteren Teil der „Stipularscheide" und aus einem oberen der „Ligula". Die Stipula adnata ist dadurch aus den paarigen Stipeln hervorgegangen, daß die freien Stipelteile mit ihren inneren Rändern verwachsen sind. Auf diese Weise kam zunächst die offene Stipula adnata zu Stande, wie sie in dem Schema der Fig. II entspricht.

Daß die Entwickelung der Stipula adnata so vor sich gegangen sein muß, beweisen solche Stipelbildungen, die eine Mittelstellung zwischen den Stipulae laterales und der Stipula adnata einnehmen. Derartige Übergangsformen fanden wir an der Grenze der ersten und zweiten Primärblattregion bei Potameenkeimlingen vor. Außerdem nimmt aber auch die Stipula adnata fertiggebildeter Laubblätter bei anderen Monokotyledonen eine ähnliche Mittelstufe zwischen Stipulae laterales und Stipula adnata ein. Hierher gehören zunächst von marinen Potameen: Cymodocea manatorum und C. isoëtifolia; außerdem von Araceen: Philodendron lingulatum und Ph. pteropus; und von Zingiberaceen: Zingiber inflexum, Z. lingulatum und Z. officinale. Auch die oben geschilderten Primärblätter von Hedychium sp. verhalten sich ganz ähnlich hinsichtlich ihrer tief zweilappigen Ligula.

Aus den Stipulae laterales hat sich, wie gesagt, zunächst die offene Stipula adnata entwickelt, die freie Blattränder besitzt. Diese zweitälteste Stipelform weisen gegenwärtig noch die Blätter zahlreicher Potameen auf: So Potamogeton pectinatus, P. striatus, Althenia filiformis. Alle untersuchten Posidonia-, Halodule-, Zostera- und Phyllospadix-Arten, sowie einige Arten von Cymodocea. Sie alle geben uns ein Bild von dem Durchgangsstadium, das unsere Süßwasserpotameen mit axillärer Stipel einmal durchlaufen haben mußten. Unter den übrigen Monokotyledonen besitzt die offene Stipula adnata eine ziemlich weite Verbreitung. Als solche lernten wir kennen von Hydrochariteen: Hydrocharis asiatica und Limnobium Spongia; von Araceen: Rhynchopyle, Microcasia, Calla und Philodendron Sonderianum; von Zingiberaceen: Arten von Zingiber und Hedychium; endlich noch zahlreiche Gramineen, Triglochin und Scheuchzeria. Bei vielen Gramineen und bei Posidonia ist uns die ursprüngliche Form der Stipula adnata noch erhalten geblieben in den paarigen Stipeln der Hochblätter, welche mit Rücksicht auf ihre Nebenblätter als phylogenetisch metamorphosierte Laubblätter aufgefaßt werden müssen.

Die offene Stipula adnata bildet nun den phylogenetischen Ausgangspunkt für zwei seitliche Entwickelungsreihen, die mit II A und II B einerseits und mit II a andererseits bezeichnet sind.

Verfolgen wir zunächst die linke Entwickelungsreihe. Dadurch, daß die freien Ränder von II miteinander verwuchsen, resultierte die geschlossene Stipula adnata II A, die nach oben zu ebenfalls mit einer Ligula (= l) endigt. Die geschlossene Stipula adnata darf deshalb als ein Abkömmling der offenen Stipula adnata angesehen werden, da erstere in biologischer Hinsicht ein vollkommeneres Schutzorgan vorstellt als letztere (confer. pag. 65). Die Entwickelungsform II A hat unter den Potameen zunächst als Vertreter: Zanichellia Preissii, Potamogeton filiformis und P. aulacophyllum; und von den übrigen Monokotyledonen zählen hierher: Desmoncus, Calamus, Pontederia, mehrere Costus- und Allium-Arten, sowie einige wenige Gramineen. Bei Zanichellia Preissii, bei gewissen Gramineen und bestimmten Allium-Arten ist die ursprüngliche Form der geschlossenen Stipula adnata, wie sie die Laubblätter besitzen, uns noch erhalten geblieben in den paarigen Stipeln der Hochblätter bezw. Staubblätter, die mit Rücksicht auf ihre stipulierte Basis als phylogenetisch metamorphoisierte Laubblätter aufgefaßt werden müssen.

Geht schließlich die Ligula der geschlossenen Stipula adnata verloren, so resultiert die ligulalose geschlossene Stipula adnata (Fig. II B).

Daß ein derartiger Reduktionsprozeß der Ligula in der That leicht eintreten kann, das zeigt die Gattung Allium. Die einen Arten besitzen eine wohl entwickelte Ligula, die anderen besitzen nur noch Rudimente einer solchen und wieder andere besitzen überhaupt keine Ligula mehr; die Ligula bildet somit für die geschlossene Stipula adnata durchaus kein konstantes Organ. Eine ligulalose geschlossene Stipula adnata finden wir bei Amaryllideen, Liliaceen und Orchideen, bei welchen die phylogenetisch metamorphosierten Blütenteile hinsichtlich ihrer seitlichen Stipeln häufig ohne weiteres Aufschluß über die ehemalige Beschaffenheit der „geschlossenen Blattscheide" erteilen. Selbstverständlich darf dann die „geschlossene Blattscheide" monokotyler Blätter überhaupt als Stipula adnata bezeichnet werden, die durch Verschmelzung von zwei freien Stipeln mit einem zugehörigen Stück der Blattstielbasis entstanden sind.

Es bleibt uns nun noch die rechte, seitliche Entwickelungsreihe zu besprechen übrig, die in letzter Linie ebenfalls von der offenen Stipula adnata herstammt, und die ich mit IIa bezeichnet habe. In ähnlicher Weise, wie die geschlossene Stipula adnata ihre Ligula verlieren kann, gilt ein gleiches auch für die offene Stipula adnata, und es resultiert eine ligulalose, offene Stipula adnata. Habituell unterscheidet sich diese keineswegs von schwach entwickelten paarigen Stipeln, die mit ihrer einen Längsseite der Blattbasis ansitzen. Die Bezeichnung einer ligulalosen, offenen Stipula adnata trifft nur dann zu, wenn wir dieselbe bei vereinzelten Arten einer größeren Familie antreffen, für welche sonst die ligulierte, offene Stipula adnata charakteristisch ist. Es können hier zunächst einige wenige Gramineen genannt werden, die der Untergruppe der Paniceen angehören und von denen man mit Bestimmtheit annehmen darf, daß ihre Blattscheiden früher einmal mit einer Ligula ausgerüstet waren. Die einen Paniceen besitzen gar keine Ligula, die anderen besitzen nur Rudimente einer solchen, in Gestalt von Haarleisten etc., und wieder andere besitzen eine wohlentwickelte normale Ligula. Außerdem gehören noch zahlreiche Orchideen hierher, deren offene, ligulalose Blattscheide mit Rücksicht auf das stipulierte Labellum der Blüte in der gleichen Weise gedeutet werden darf, als wie die Scheide der genannten Gramineen.

Die Stipula axillaris stellt schließlich den phylogenetisch jüngsten Typus vor. Sie nimmt, wie wir sahen, die dritte, oberste Region an der Sproßachse der Potameenkeimlinge ein. Ebenso wie bei der Stipula adnata lassen sich auch bei der Stipula

axillaris zwei Formen unterscheiden, eine offene (III) und eine geschlossene (III A).

Die offene Stipula axillaris ist ein direkter Abkömmling der offenen Stipula adnata, wie uns solches die Aufeinanderfolge der verschiedenen Stipelbildungen und deren Nervaturverhältnisse an jungen Sproßachsen von Potamogeton zur Genüge zeigten. Die offene Stipula adnata ist beschränkt auf eine größere Zahl Süßwasser-Potameen wie Potamogeton lucens, perfoliatus etc. Die geschlossene Stipula adnata endlich muß ein direkter Abkömmling der offenen Stipula adnata sein. Auch sie dürfte durch Lostrennung der Blattstielbasis aus der geschlossenen Stipula adnata entstanden sein. Die geschlossene Stipula adnata findet sich nur bei Zanichellia palustris. Würde die geschlossene Stipula axillaris innerhalb der Gattung Potamogeton, oder aber die offene Stipula axillaris bei den Zanichellieen vorkommen, so müßte die geschlossene Stipula axillaris in seitlicher Richtung von der offenen Stipula axillaris abgeleitet werden, ebenso wie wir auch die geschlossene Stipula adnata von der offenen Stipula adnata in seitlicher Richtung durch Verwachsung der ursprünglich freien Blattränder herleiten konnten.

Während in der Textfigur auf S. 78 die Stipelbildungen sämtlicher Monokotyledonen mitverzeichnet sind, beziehen sich auf die Gruppe der Zanichellieen und auf die Gattung Potamogeton die beiden folgenden Schemata, die jetzt keiner weiteren Erklärung mehr bedürfen.

Phylogenetische Zusammengehörigkeit der Stipularorgane

bei den Zanichellieen.

Z. palustris

|

Zachinellia Preissi — A filiformis

|

Althenia sp.

bei Potmogeton.

P. lucens

|

P. filiformis — P. pectinatus

|

P. densus

Citierte Litteratur.

P. Ascherson, in *Engler-Prantls* natürlichen Pflanzenfamilien, II. Teil.

Baillon, Mémoire sur le développement des fleurs à couronne, Adansonia I.

G. W. Bischoff (I.), Handbuch der botanischen Terminologie und Systemkunde. Nürnberg 1833—1844.

— (II) Lehrbuch der allgemeinen Botanik, Stuttgart 1834—1839.

A. Braun, Revision of the Genus Najas (in *Seemanns* Journal of Botany II, 1864).

F. Buchenau, „Eine Beobachtung an Potamogeton mucronata" (in Verhandlungen des botanischen Vereins für die Provinz Brandenburg, VI. Jahrgang 1864).

A. P. de Candolle, Organographie végétale etc., 2. Vol., Paris 1827.

— Théorie élémentaire de la botanique etc., III. Ed. Paris 1844.

L. J. Celakovský, Über die Homologien des Grasembryos (Botanische Zeitung 1897).

A. de Chamisso et *D. de Schlechtendal*, „De plantis in expeditione speculatoria Romanzoffiana observatis," (in Linnaea, Bd. II., 1827.

M. G. Colomb, Recherches sur les stipules (Annales des sciences naturelles), Sér. VII. 6, Paris 1887.

M. E. Cosson, Note sur la stipule et la préfeuille dans le genre Potamogeton et quelques considérations sur ces organes dans les autres monocotylées. (Bulletin de la société botanique de France. Tome VII. 1860. pag. 715).

Curtis's Botanical Magazine comprising the plants of the royal gardens of Kew; London, Vol. 102 und 103.

Delpino, Contribuzioni alla Storia dello sviluppo del regno vegetale; I. Smilaceae. Genova 1880.

J. Ch. Döll, Flora des Grossherzogtums Baden; I. Band. Karlsruhe 1857.

A. W. Eichler, (I) Blütendiagramme I. Teil. Leipzig 1875.

— (II), Zur Entwickelungsgeschichte der Palmenblätter (in „Abhandl. der kgl. Akademie der Wissenschaften zu Berlin a. d. J. 1886).

— (III), Zur Entwickelungsgeschichte des Blattes mit besonderer Berücksichtigung der Nebenblattbildungen. Marburg 1861. Inauguraldissertation.

Endlicher, Enchiridium botanicum. Leipzig und Wien 1841.

K. Goebel (I), Vergleichende Entwickelungsgeschichte der Pflanzenorgane (in *Schenks* Handbuch der Botanik).

— (II), Organographie der Pflanzen, insbesondere der Archegoniaten und Samenpflanzen. I. und II. Teil. Jena 1898 und 1900.

A. Y. Grevillius, Über die Stipelscheide einiger Polygonum-Arten (botan. Centralblatt 1887. Band XXX. pag. 254 ff.

C. Hilburg, Über den Bau und die Funktion der Nebenblätter. Inauguraldissertation. (Referat in Flora 1878).

Hildebrand, Über die Jugendzustände solcher Pflanzen, welche im Alter vom vegetativen Charakter ihrer Verwandten abweichen. Flora 1875, pag. 305.

Th. Irmisch, Über einige Arten aus der natürlichen Pflanzenfamilie der Potameen. (In Abhandlungen des naturw. Vereins f. Sachsen und Thüringen. Bd. II. 1861).

von Kerner, Pflanzenleben, 2. Auflage. 2 Bände. Leipzig und Wien 1896 und 1898.

J. D. Koch, Synopsis der deutschen und Schweizer Flora 1837.

P. Magnus, Beiträge zur Kenntnis der Gattung Najas. Berlin 1870.

Le Maout, Atlas élémentaire de botanique etc. Paris 1846.

M. Th. Lestiboudois, De la vrille des Cucurbitacées (Comptes rendus tome 45. Paris 1857).

J. Lindley, An introduction to the natural system of botany. Ed. II. London 1835.

H. F. Link, Elementa philosophiae botanicae. Ed. II. Berlin 1837.

C. v. Linne, Species Plantarum; 4. Auflage, herausgegeben von *C. Ludw. Willdenow*. Berlin 1810.

— Systema vegetabilium; 16. Auflage, herausgegeben von *C. Sprengel*. Göttingen 1825.

C. E. v. Mercklin. Zur Entwickelungsgeschichte der Blattgestalten. Jena 1846.

Ch. F. Mirbel, Éléments de physiologie végétale et de botanique. III. Vol. Paris 1815.

H. v. Mohl, Über den Bau und das Winden der Ranken und Schlingpflanzen. Gekrönte Preisschrift. Tübingen 1827.

Pax, Amaryllidaceae in *Engler-Prantls* natürlichen Pflanzenfamilien. II. 5.

J. Reinke, Morphologische Abhandlungen. Leipzig 1873.

P. Rohrbach, Beiträge zur Kenntnis einiger Hydrochariteen (Abhandlungen der Naturf.-Ges. zu Halle, Band. XII, Halle 1871).

M. C. Sauvageau, Notes biologiques sur les „Potamogeton". (Extrait du Journal de Botanique. Paris 1894).

C. Schaeffer, Über die Verwendbarkeit des Laubblattes der heute lebenden Pflanzen zu phylogenetischen Untersuchungen. (Abhandlungen des naturwissenschaftlichen Vereins zu Hamburg, Band XIII).

H. Schenk, Die Biologie der Wassergewächse. Bonn 1886.

O. Schulz, Vergleichende physiologische Anatomie der Nebenblattgebilde. Inauguraldissertation. Regensburg 1888.

N. Ch. Seringe, Éléments de botanique spécialement destinés aux établissements d'education. Paris und Lyon 1841.

A. de St. Hilaire, Leçons de botanique. Paris 1841.

A. Trécul, Mémoire sur la formation des feuilles. (Annales des sciences naturelles, III. sér. Botanique tome XX. Paris 1853.

Ch. L. Treviranus, Physiologie der Gewächse. Bonn 1835—1838.

E. Warming, Handbuch der systematischen Botanik, deutsche Ausgabe. Berlin 1890.

Register.

Allium 68, 76 f.
„ acutangulum 46.
„ Ampeloprasum 40.
„ fistulosum 40.
„ strictum 46.
„ Victorialis 40, 46.
Althenia filiformis
var. Barrandonii 23 f., 75.
„ sp. 9, 13, 38, 64.
Ammaryllideen 76.
Ammonum 26.
Ammophila arundinacea 29.
Anthoxanthum 28.
Arundinaria japonica 27.
Astrocaryum farinosum 63.

Bambusa 27, 29, 40.
Bollaea 44.
Briza 41.
Bromus 28, 41.
„ Alopecurus 29.

Calamus 39.
Calla palustris 22 f., 67, 69 f.
Calliphruria Hartwegiana 43 f.
„ subedentata 43 f.
Calostemma 44.
Chamaerops humilis 41.
Costus comosus 39.
„ niveo-purpureus 39.
„ Lucanusianus 39.
Cymodocea 14.
„ aequorea 29 f.
„ ciliata 29 f.
„ isoëtifolia 29 f.
„ Manatorum 29 f.
Cymodocea rotundata 29 f.
„ serrulata 29 f.
Cynodon Dactylon 32.

Dactylis 41.
Danthonia 28.
Desmoncus 34, 67.
Desmoncus prunifer 34.
„ pycnacanthus 34.
„ sarmentosus 34.

Elisena 44.
Epidendendron 45.
Eucharis 44.

Gramineen 27 f., 67 f., 73, 75.

Halmyra 44.
Halodule australis 29.
Hedychium sp. 25 f., 31.
„ villosum 26.
Hydrocharis asiatica 21 f., 66.
„ morsus ranae 3 ff., 22, 61 f., 65 f.
Hydromystria 21.
Hymenocallis 44.

Ischaema 29.

Limnobium Spongia 22.
Livistona australis 41.

Melica 41.
Microcasia 22, 67.
„ elliptica 22 f.
„ pygmaea 22.
Miscanthus sinensis 27.

Narcissus 45.
„ Pseudonarcissus 44 f.
Najas conferta 8.
„ fasciculata 8.
„ flexilis 14.
„ graminea 8 f.
„ horrida 8.
„ indica 8.
„ latior 8.
„ malayana 8.
„ minor 8.
„ punctata 14.
„ tenuifolia 8.
„ Wrightiana 8.

Oplismemus undulatifolius 32.
Orchideen 32 f., 45 f.
Oryza sativa 27.

Pancratium 44.
Paniceen 68.
Panicum aegyptiacum 32.
„ Colonum 32.
„ Crus Galli 32.
„ dichotomum 32.
„ fenestratum 32.
„ glabrum 32.
„ mirabile 32.
„ praecox 32.
„ semiundulatum 32.
„ tenuatum 32.
Pharus latifolius 28 f.
Philodendron lingulatum 27.
„ pteropus 27.
„ Sonderianum 27.
Phyllorrachis 29.
Phyllospadix Scouleri 29 f.
Poa 41.
Pontederia 35 ff., 67 f.
„ azurea 35 ff.
„ cordata 35 ff.
„ crassipes 35 ff.
„ montevidensis 35 ff.
Posidonia australis 14, 29 ff.
„ Caulini 29 ff.
Potamogeton acutifolius 48 f., 58, 70, 75.
„ aulacophyllum 38 f., 67.
„ crispus 48 f., 50, 55, 63, 66.
Potamogeton densus 6 f., 25, 30, 51, 61, 73.
„ filiformis 24, 38, 51, 67.
„ fluitans 6, 16 f., 48, 56, 62, 69.
„ gramineus 48 ff., 57, 70 f.
„ lucens 48 ff, 56 f., 70 f.
„ marinus = P. filiformis.
„ mucronatus 52, 63.
„ natans 48 f., 58, 66.
„ nitens 57 f.
„ obtusifolius 48 ff., 58 f., 70, 75.
„ pectinatus 24 f., 39, 51, 67, 74 f.
„ perfoliatus 48 ff., 57, 59 f., 70 f.
„ plantagineus 6, 16 ff.
„ polygonifolius 16 ff., 48, 50, 69.
„ praelongus 57.
„ pusillus 48 ff., 58, 63, 66, 70.
„ rufescens 6, 16 ff., 48 ff., 53 f., 69 f.
„ striatus 24 f., 67.
„ trichoides 75 f.
Pothos Beccarianus 12.
„ Cathcarti 12 f.
„ clavatus 13.
„ elegans 13.
„ longifolius 12.
„ Papuanus 13.
„ remotiflorus 12.
Pritchardia filifera 41.
Psamma arenaria 27, 68.

Reussia obovata 39.
Rhipogonum parviflorum 10.
„ scandens 10.
Rhynchopyle 22 f., 67.
„ Grabowskii 23.
„ elongata 22 f.
Ruppia rostellata 13.

Scheuchzeria palustris 29.
Sesleria 41.
Smilax 69.

Smilax aspera 10.
„ Bona-nox 11.
„ China 12.
„ discotis 10.
„ eucalyptifolia 12.
„ floribunda 12.
„ hypoglauca 12.
„ laurifolia 12.
„ medica 11.
„ Myrtillus 12.
„ otigera 9 ff.
„ robusta 12.
„ Walteri 11.

Thalassia Hemprichii 13 f.
„ testudinum 13 f.

Tapeinanthus 44.
Tiaranthus 44.
Triglochin Barrelieri 29.
„ maritimum 29.

Zanichellia palustris 47, 63 f., 66.
„ Preissii 9, 37 f., 64.
Zingiber 75.
„ capitatus 26.
„ inflexum 26.
„ lingulatum 26.
„ officinale 26.
Zingiberaceen 75.
Zostera 14.
„ marina 29 f., 74.
„ nana 29 f., 74.

Erklärung zu den Tafeln.

Tafel I.

(Fig. 1—10 inkl.).

Fig. 1. Hydrocharis morsus ranae.

1 a stellt ein ganzes Schwimmblatt vor, das an seiner Basis die beiden Stipeln trägt, welche in eine Ebene ausgebreitet sind; natürliche Gröfse. 1 b zeigt das zu 1 a gehörige Stipelpaar, isoliert und von aufsen gesehen; zweimal vergröfsert. 1 c zeigt die Blattbasis eines anderen Schwimmblattes mit den Stipeln von der Seite und in natürlicher Stellung; viermal vergröfsert.

Fig. 2. Primärblatt einer auskeimenden Knospe von Hydrocharis morsus ranae. Der submers bleibende Stiel und die zugehörige Lamina sind stark rudimentär. Dagegen sind die zwei zugehörigen Nebenblätter sehr kräftig entwickelt und stehen rechtwinkelig zum Blattstiel; $2^1/_2$ mal vergröfsert.

Fig. 3 a und b. Ein Turio von Hydrocharis morsus ranae von zwei verschiedenen Seiten gesehen. In Fig. a ist das äufserste Knospenblatt von der Rückenseite gesehen, zu oberst ist dieses Blatt deutlich eingekerbt und in zwei Lappen geteilt, von denen jeder dem obersten Teil einer Stipel entspricht. In b ist dieselbe Knospe genau von der entgegengesetzten Seite gesehen. Von dem oben besagten Knospenblatt der Fig. a sind hier nur die zwei äufsersten Ränder zu sehen, welche die Knospe nur halb umfassen und nach unten zusammenlaufen. Im übrigen wird die Knospe nach aufsen zu von dem zweiten Knospenblatt begrenzt, dessen einer freier Blattrand rechts oben etwas sichtbar ist. Beide Figuren sind viermal vergröfsert.

Fig. 4. Querschnitt durch einen Turio von Hydrocharis morsus ranae. Die beiden äufsersten mit a und b bezeichneten Knospenblätter (in der Zeichnung quer

schattiert) sind beide als Verschmelzungsprodukte von je zwei Stipeln aufzufassen; bei beiden ist das zugehörige Laubblatt gänzlich unterdrückt.

Von den folgenden Laubblättern 6, 7 und 8 sind nur die Blattstiele getroffen und die zugehörigen Stipeln, die, ebenso wie bei den folgenden Blättern, als schwarze Bögen gezeichnet sind. Von den Blättern 2—5 sind abgesehen von den Stipeln, die Blattstiele und die zwei jeweiligen Blatthälften (fein punktiert) getroffen. Von Blatt 1 (im Centrum) ist die quer durchschnittene Lamina zu sehen; schwach vergrößert.

Fig. 5a und b. Vegetationspunkt von Hydrocharis morsus ranae. Fig. a zeigt denselben halb von der Seite und halb von oben. Zu sehen sind zwei Laubblattanlagen. Die ältere hat die Gestalt einer Wanne, deren oberster Teil (links mit L bezeichnet) sich eben zur Lamina entwickeln will. Der mit W bezeichnete Teil läfst durch seine schwach konvexe Krümmung nach oben zu die Anlage einer Stipel erkennen. Das andere, jüngere Blatt stellt erst einen um den Vegetationspunkt laufenden Ringwulst dar, der bei l seine Spreite entwickeln wird. V = Vegetationspunkt.

Fig. 5b. Längsschnitt durch den Vegetationspunkt (= V) von Hydrocharis morsus ranae. Der Vegetationspunkt ist umgeben von zwei Blattanlagen. Die ältere ist mit W und die jüngere mit w bezeichnet. L ist der zu W, und l der zu w gehörige Höcker, aus dem die Blattspreite hervorgeht. Beide Figuren sind stark vergrößert.

Fig. 6. Potamogeton densus.

Fig. 6a. Seitenansicht eines mit Stipeln versehenen Laubblattes, das an der Basis eines Blütenstandes sitzt. Nur die eine der beiden Stipeln, die nach vorne zu sieht, zeigt sich in ihrem ganzen Umfang. Die andere Stipel ist größtenteils durch den Stiel des Blütenstandes verdeckt, rechts der elliptische, dunkel gezeichnete Körper (= K) ist ein jugendlicher Achselsprofs, der durch das Blatt schimmert; 12mal vergrößert.

Fig. 6b ist das in voriger Figur dargestellte Laubblatt isoliert, und in ausgebreitetem Zustand, um die Gestalt der Stipeln und deren Verwachsungsstelle mit dem zugehörigen Hauptblatt zu zeigen.

Fig. 6c zeigt ein ähnliches Blatt wie in voriger Figur, nur sind die beiden Stipeln etwas anders gestaltet. Die linke ist eiförmig und die rechte zeigt eine tiefe Cäsur. Die Stipeln sind so mit der Lamina verwachsen, dafs der untere Teil ihrer oberen Ränder etwas über die Blattfläche übergreifen. Fig. a und b sind siebenmal vergrößert.

Fig. 7. Blattbasis von Najas graminea mit zwei grofsen, lanzettlichen Stipeln. 10mal vergrößert.

Fig. 8. Blattbasis von Najas minor mit zwei grofsen, rundlichen Stipeln, die am oberen Rande scharf gezähnelt sind. 10mal vergrößert.

Fig. 9a und b Althenia sp. Fig. a stellt die Basis eines normalen Laubblattes vor, das beiderseits mit je einer Stipel versehen ist. Die lineale Lamina ist nur teilweise gezeichnet. Fig. b ist ein Blütenhüllblatt, das als ein metamorphosiertes Laubblatt aufzufassen ist und durch völlige Reduktion der Blattspreite entstanden ist. 15mal vergrößert.

Fig. 10. Blattstielbasis von Smilax otigera. Mit s sind die beiden Stipeln bezeichnet, r sind die Ranken und p ist der Blattstiel; in natürlicher Größe.

Tafel II.

(Fig. 11—31 inkl.).

Fig. 11—14 Pothos.

Fig. 11. Ein Laubblatt von Pothos longifolius. Das Blatt besteht aus einer eiförmigen, zugespitzten Spreite; der untere Teil des Blattes („die Blattscheide") besteht aus einem Blattstiel, dem seitlich je ein ebenso langes dreieckiges Nebenblatt angewachsen ist. $^1/_2$ der natürlichen Gröfse.

Fig. 12a. Ein Niederblatt von Pothos Cathcarti (= P. scandens). Es besteht der Hauptsache nach aus zwei grofsen, mit einem Blattstiel verschmolzenen Nebenblättern, während die eigentliche Laubspreite nur noch in Gestalt eines rudimentären Blättchens vorhanden ist. Natürliche Gröfse.

Fig. 12b. Ein normales Laubblatt von Pothos Cathcarti (= P. scandens). Die untere Hälfte wird gebildet von einem Blattstiel und zwei spitz vorgezogenen Stipeln. Natürliche Gröfse.

Fig. 13. Ein Blatt von Pothos Papuanus Becc. Der Blattstiel ist mit zwei flügelartigen Nebenblättern ausgerüstet. Natürliche Gröfse.

Fig. 14. Ein Blatt von Pothos Beccarianus Engl. Das Blatt besitzt einen einfachen, rinnenförmigen Blattstiel, der keine Nebenblätter besitzt. Natürliche Gröfse.

Fig. 15. Blattbasis von Ruppia rostellata mit paarigen Stipeln, die sich zuoberst scharf von der nur teilweise gezeichneten, linealen Laubspreite absetzen; dreimal vergröfsert.

Fig. 16. Blattbasis von Thalassia testudinum. Die „scheidige" Blattbasis ist in ausgebreitetem Zustande zu sehen. Die eigentliche Blattfläche ist nach unten zu verschmälert und trägt beiderseits je eine lange, schmale Stipel, die sich scharf von dem Blattrand absetzt. Natürliche Gröfse.

Fig. 17. Blattbasis von Najas flexilis. Die scheidenartige Verbreiterung der Blattbasis entspricht zwei rudimentären Stipeln. 10 mal vergröfsert.

Fig. 18. Habitusbild der Keimpflanze von Potamogeton polygonifolius S = Samenschale; h = hypokotyles Stengelglied; c = Kotyledon; aufserdem sind drei Primärblätter zu sehen, die mit 1—3 bezeichnet sind. Natürliche Gröfse.

Fig. 19. Basis des Kotyledons: a von Potamogeton polygonifolius, b von Potamogeton plantagineus. Die Basis des Kotyledons trägt zwei mit s bezeichnete, farblose Nebenblätter, welche in Fig. a in ihrer natürlichen Stellung und in Fig. b im ausgebreiteten Zustand zu sehen sind. a ist 14 und b 18 mal vergröfsert.

Fig. 20. Basis eines Primärblattes aus der ersten Blattgeneration des Keimlings von Potamogeton fluitans. Die dunkel gehaltene Basis des Primärblattes ist mit zwei farblosen Stipeln (= s) ausgerüstet, die im ausgebreiteten Zustand gezeichnet sind und sich oben spitzwinkelig an die Spreitenbasis ansetzen. 10 mal vergröfsert.

Fig. 21. Blattbasis der Primärblätter des Keimlings von Potamogeton rufescens. a und b sind Primärblätter der ersten Blattgeneration, mit paarigen Stipeln. c und d sind Primärblätter der zweiten Blattgeneration, mit zugehöriger Stipula adnata. a, c und d sind drei aufeinanderfolgende Primärblätter ein- und des nämlichen Individuums. s = Stipel; St. event. st. = Stipularscheide; l event. L = Ligula b = Blattbasis. Alles 10 mal vergröfsert.

Fig. 21e. Stipula adnata eines Primärblattes von Potamogeton rufescens mit eingezeichneter Nervatur. Die rot gezeichneten Nerven kehren in genau dergleichen Verteilung in der axillären Stipel wieder wie sie in Fig. 21 f dargestellt

ist. Die schwarz gezeichneten Nerven dagegen gehören der Blattbasis an und entsprechen denjenigen von Fig. 21 g.

Fig. 21 f. Axilläre Stipel aus der dritten Primärblattgeneration von Pot. rufescens. 10 mal vergrößert.

Fig. 21 g ist die zu 21 f gehörige Blattbasis, 10 mal vergrößert. Im übrigen siehe den Text.

Fig. 22. Zwei ligulierte Primärblätter des Keimlings von Potamogeton polygonifolius. a ist das erste Primärblatt und b ist das vierte Primärblatt. a ist von innen gesehen und b von der Seite; a ist 14 mal vergrößert und b 7 mal.

Fig. 23 a und b. Hydrocharis asiatica. Fig. a Basis eines halb ausgewachsenen Blattes mit seiner Stipula adnata, die in ihrer natürlichen, zusammengefalteten Stellung gezeichnet ist. 2 mal vergrößert. Fig. b Stipula adnata eines großen, ausgewachsenen Blattes. Die Stipel ist im ausgebreiteten Zustand von ihrer Außenseite dargestellt. Der Blattstiel ist von der Stipel abgetrennt; nur der unterste, basale, mit der Stipel verwachsene Teil des Blattstiels ist zu sehen. Die Stipel ist von vielen, sehr zarten und parallelen Nerven durchzogen. Natürliche Größe.

Fig. 24. Stipula adnata von Rhynchopyle elongata, vom Rücken gesehen Der Blattstiel ist da, wo er von der Stipel abgeht, abgeschnitten. Die Stipel ist in eine Fläche ausgebreitet und ihre Ligula ist mit zwei langen, scharf vorspringenden Kielen versehen. Natürliche Größe.

Fig. 25. Ein Blatt von Microcasia elliptica. Der Blattstiel ist an seiner Basis mit einer großen Stipula adnata ausgerüstet. Natürliche Größe.

Fig. 26. Ein Blatt von Microcasia pygmaea. Das keilförmige Blättchen trägt basal eine große Stipula adnata. 3 mal vergrößert.

Fig. 27. Blattbasis von Calla palustris mit großer, offener Stipula adnata, die von ihrer Basis bis zu ihrer Mitte mit dem untersten Teil des Blattstiels dorsal verschmolzen ist. L = Ligula; S = Stipularscheide. Natürliche Größe.

Fig. 28. Althenia filiformis var. Barrandonii. Fig. a zeigt die Basis eines normalen Laubblattes mit großer, oben zweilappiger Stipula adnata. Die lineale Lamina sitzt der Stipel in der Mitte an und ist zurückgebogen gezeichnet. Fig. b – e Zwischenformen, welche durch stete Reduktion der Spreite den allmäligen Übergang des normalen Laubblattes zum Blütenhüllblatt f zeigen; f ist ein normales Blütenhüllblatt, das einer spreitenlosen und verkleinerten Stipula adnata äquivalent ist. Alles 10 mal vergrößert.

Fig. 29. Stipula adnata mit einem Stück der ansitzenden Blattspreite von Potamogeton striatus. Die Stipel ist in ihrer natürlichen Stellung gezeichnet; ihre beiden Ränder sind nach innen umgeklappt. Die Stipularscheide ist 1½ mal so lang als die Ligula, welche an ihrem oberen Ende mit einer tiefen Cäsur versehen ist. 4 mal vergrößert.

Fig. 30. Potamogeton pectinatus. Fig. a ein kräftiges Laubblatt, dessen Basis mit grosser Stipula adnata ausgerüstet ist. Fig. b. ein Niederblatt; beide in natürlicher Stellung. Fig. c ist eine ausgebreitete Stipel, deren zugehöriger, freier Spreitenteil links von ihr dargestellt ist. Alles in natürlicher Größe.

Fig. 31. Basis der Blattspreite von Zingiber lingulatum mit einem Stück der ansitzenden Stipula adnata, die von der Innenseite gesehen ist. Die Ligula ist durch eine tiefe Cäsur in zwei große Lappen gespalten, welche nur ganz an

der Basis ein kleines Stück weit noch miteinander verschmolzen sind. 2½ mal vergrößert.

Tafel III.

(Fig. 32—48 inkl.).

Fig. 32. Primärblatt von Hedychium sp. Die Blattspreite ist rudimentär und kehrt ihre zum Teil bedeckte Innenseite dem Beschauer zu. Die Stipularscheide endet nach oben zu mit zwei freien Ligulaläppchen, die an ihrer Basis völlig von einander getrennt sind. Natürliche Größe.

Fig. 33. Basis der Blattspreite von Philodendron Sonderianum mit dem obersten zugehörigen Stück der Stipula adnata. In natürlicher Größe.

Fig. 34. Basis der Blattspreite von Philodendron pteropus mit einem Stück der ansitzenden Stipula adnata; letztere kehrt ihre Innenseite dem Beschauer zu. Die Ligula ist in Form zwei völlig getrennter Läppchen entwickelt. An der Basis beider ist, nach hinten zu gelegen, die Spreite der Stipel angewachsen. 3 mal vergrößert.

Fig. 35. Schemata für die drei Grund-Typen, in denen die Gramineenspelze auftritt. Der blattartige Spelzenteil ist in ausgebreitetem Zustand dargestellt. Die Granne = g ist in allen drei Figuren dunkel gezeichnet. L = Ligula, S = ausgebreitete Stipularscheide. Die mit 1 bezeichneten Stipelenden in Fig. I entsprechen der Ligula (= L) von Fig. III.

Fig. 36. Ein Laubblatt von Pharus longifolius. Zwischen der eiförmigen Blattlamina und der Stipularscheide befindet sich ein deutlich entwickelter „Blattstiel". Von der Stipularscheide ist nur die obere Hälfte in ausgebreitetem Zustande dargestellt. Natürliche Größe.

Fig. 37. Der untere Teil des Laubblattes von Zostera nana mit ausgebreiteter Stipula adnata, von der Innenseite gesehen. L = Ligula. 3 mal vergrößert.

Fig. 38. Der untere Teil des Laubblattes von Cymodocea serrulata mit ihrer Stipula adnata, die in ihrer natürlichen Lage gezeichnet ist. L = Ligula. 2 mal vergrößert.

Fig. 39 a–d. Posidonia australis. Fig. a ist die Basis eines Laubblattes mit Stipula adnata in ihrer natürlichen Lage. Fig. b zeigt das gleiche Objekt, nur sind die Stipeln zurückgeklappt. L = Ligula. Fig. c und d sind zwei Hochblätter derselben Pflanze. Die Blattspreite ist stark reduziert und an Stelle der Stipula adnata sind paarige Stipeln zu sehen. Alles in natürlicher Größe.

Fig. 40. Zwei Hochblätter von Posidonia Caulini. Bei beiden ist die Laubspreite reduziert; die Stipula adnata ist auch hier durch paarige Stipeln ersetzt, die ebenso als wie bei voriger Figur in c und d gewaltsam zurückgeklappt wurden, um sie in ihrem ganzen Umfang darzustellen. In natürlicher Größe.

Fig. 41 a und b. Cymodocea Manatorum. Fig. a obere Partie der Stipula adnata mit zwei Ligulaläppchen, von der Innenseite gesehen. 7 mal vergrößert. Fig. b ein Hochblatt derselben Pflanze. Die Lamina derselben ist stark reduziert, während die beiden Stipeln sehr mächtig ausgebildet sind. 4 mal vergrößert.

Fig. 42 a. Ein kleines Laubblatt von Polygonum amphibium mit ansitzender, geschlossener Stipula adnata. S = Stipularscheide, L = Ligula. 3 mal vergrößert.

Fig. 42b. Primärblatt von Polygonum amphibium mit zugehöriger Stipel. L = Ligula, S = Stipularscheide. 3mal vergröfsert.

Fig. 43. Ein Blatt von Pontederia crassipes mit ansitzender Stipula adnata. L = Ligula, o = oberer Ligulalappen, u = untere Ligulalappen, die klein geblieben sind. Natürliche Gröfse.

Fig. 44a und b. Spreitenbasis eines jungen Blattes von Pontederia cordata, das noch umgeben ist von den völlig entwickelten Ligulalappen. In Fig. a ist die Spreitenbasis von unten dargestellt. Die zwei unteren Ligulalappen sind hell gelassen; beide hängen mittelst der Lappenteile (= i) zusammen mit dem unpaaren, oberen Lappen. In Fig. b ist die Oberseite der Spreitenbasis mit dem ihr aufliegenden oberen Ligulalappen gezeichnet. Beide Figuren sind 10mal vergröfsert.

Fig. 45a. Erste Blattanlage von Pontederia azurea. Das Blatt hat die Gestalt eines Ringwalles, der die noch höckerförmige Spreitenanlage (= Sp) trägt. V = Vegetationspunkt. Stark vergröfsert.

Fig. 45b. Ein älteres Entwickelungsstadium des Pontederiablattes. Sp = junge Blattspreite, die bereits mit einer Stipula adnata ausgerüstet ist. o = oberer Ligulalappen, u = untere Ligulalappen. Sp_1 = letztgebildete Blattspreite, die von den Ligulappen des Blattes Sp umhüllt wird. Im übrigen siehe den Text.

Fig. 46a. Zanichellia Preissii Lehm; zwei „Blütenhüllblätter", die oben in zwei spitze Läppchen auslaufen. Im Grunde der Bucht ist je ein kleines, dunkles Zähnchen zu sehen, welches das Rudiment der ehemals vorhandenen Blattspreite vorstellt. 18mal vergröfsert.

Fig. 46b. Der untere Teil eines Laubblattes derselben Pflanze; die röhrige Stipula adnata trägt auf dem Rücken die lineale Blattspreite, von der hie nur ein kleines Stück zu sehen ist. 8mal vergröfsert.

Fig. 47a und b. Potamogeton filiformis. Fig. a Blattbasis eines Laubblattes mit geschlossener, röhrenförmiger Stipula adnata, die nach oben in die rinnenförmige Ligula (= L) ausgeht. Die Öffnung der Ligula ist der Blattfläche abgekehrt. B = Blatt-Lamina. 5mal vergröfsert. Fig. b. Blattbasis eines halb entwickelten Laubblattes. Die Ligula (= L) hat schon bedeutende Gröfse erreicht, während der röhrige Teil der Stipel noch sehr kurz ist. Die Öffnung der Ligula ist hier der Blattlamina zugekehrt. B = Blattlamina. 7mal vergröfsert.

Fig. 48. Spreitenbasis und oberer Teil der Stipula adnata von Allium Ampeloprasum. L = Ligula.

Tafel IV.

(Fig. 49—61 inkl.).

Fig. 49a. Ein Staubfaden des äufseren Staminalquirles von Allium Ampeloprasum, b ist ein mit Stipeln versehenes Staubgefäfs des inneren Staminalkreises. Beide Figuren sind 6mal vergröfsert.

Fig. 50. Die Nebenkrone von Ismene calathina im aufgeschnittenen und ausgebreiteten Zustand. Die 6 Staubgefäfse tragen 6×2 Stipeln, deren freie Enden den 6×2 Lappen der Nebenkrone entsprechen. Die Staubgefäfse sind mit ihrer gröfseren, unteren Partie mit den Stipeln (bis zur tiefen Cäsur der Nebenkrone verwachsen, während der obere Teil der Staubfäden frei und nach innen zu umgebogen ist. Die zum Staubfaden F gehörigen Stipeln sind mit ss bezeichnet. ½ der natürlichen Gröfse.

Fig. 51 a. Stück eines Laubtriebes von Potamogeton lucens. Jedes Laubblatt trägt in seiner Achsel je eine Stipel, die mit ihrem Rücken nach dem Blatt und mit ihrer offenen Seite nach dem Stamm zu sieht. Natürliche Gröfse.

Fig. 51 b. Isolierte Stipeln von Potamogeton lucens, links von der Seite, und rechts vom Rücken gesehen; dieser trägt zwei kielartige Leisten, die von unten nach oben allmählich schwächer werden.

Fig. 51 c zeigt eine Stipel von Potamogeton lucens, flächenförmig ausgegebreitet und vom Rücken gesehen. Abgesehen von den zwei dorsalen Kielen sind viele feine parallele Nerven zu sehen.

Fig. 52. Eine frei präparierte Stipel von Potamogeton crispus. Die Stipel hat ungefähr dreieckige Gestalt; die beiden Ränder sind umgeschlagen und berühren sich nur ganz zu unterst, da wo der Stamm von der Stipel umfafst wurde. Die Stipel kehrt dem Beschauer ihre Innenseite zu. 6 mal vergröfsert.

Fig. 53. Stück eines Querschnittes durch die Stipel von Potamogeton pusillus. Die Stipel besteht aus nur zwei Lagen farbloser Zellen mit eingestreuten Bastfasergruppen, von denen vier im Querschnitt getroffen sind. Gefäfsbündel sind keine vorhanden.

Fig. 54. Stück eines Querschnittes durch die Stipel von Potamogeton crispus. Sie besteht aus nur zwei Zelllagen mit eingestreuten, parallel verlaufenden Siebteilgruppen, von denen eine im Querschnitt zu sehen ist.

Fig. 55. Eine Winterknospe von Potamogeton rufescens; die äufseren, die Knospe umhüllenden Blätter sind spreitenlose Stipeln. Natürliche Gröfse.

Fig. 56. Eine ausgekeimte Winterknospe von Potamogeton rufescens. Das 3. und 4. Stamminternodium trägt je ein Niederblatt = N (spreitenlose Stipeln); das 5. trägt ein Primärblatt = P (links) mit zugehöriger Stipula adnata. Die übrigen Blätter tragen eine gewöhnliche axilläre Stipel. An der Basis der beiden Niederblätter haben sich Adventivwurzeln gebildet. Natürliche Gröfse.

Fig. 57 a—e. Primärblätter jugendlicher Laubtriebe von Potamogeton rufescens, die mit einer Stipula adnata ausgerüstet sind. Der freie Blattteil sowie die Ligula der Stipel hat sehr verschiedenartige Gröfse. In natürlicher Gröfse.

Fig. 58. Das erstgebildete Primärblatt eines jungen Sprosses von Potamogeton plantagineus mit grofser Stipula adnata. 4 mal vergröfsert.

Fig. 59. Das erstgebildete lineale Primärblatt eines jungen Sprosses von Potamogeton fluitans mit grofser Stipula adnata. Natürliche Gröfse.

Fig. 60. Stipula adnata eines Primärblattes von Potamogeton rufescens mit eingezeichneter Nervatur. Die der Blattbasis angehörigen Nerven sind schwarz gehalten und mit 1—7 bezeichnet. Die der Stipel zugehörigen Nerven sind rot gehalten und nicht besonders bezeichnet. 4 mal vergröfsert.

Fig. 61 a. Normale Stipula axillaris von Potamogeton rufescens mit eingezeichneter Nervatur. Die beiden mit I und II bezeichneten Nerven sind die stärksten und liegen im Rücken der Stipel. 4 mal vergröfsert.

Fig. 61 b. Blattbasis eines kleinen, tief an der Achse stehenden Laubblattes von Potamogeton rufescens. Mit 1–7 sind sieben Hauptnerven bezeichnet, welche den gleichbezifferten von Fig. 60 äquivalent sind. 4 mal vergröfsert.

Tafel V.

(Fig. 62—68 inkl.).

Fig. 62. Längsschnitt durch den unteren Teil eines jungen Blattes von Potamogeton perfoliatus. B_1 ist das Laubblatt, das erst aus drei Zelllagen besteht und noch keine Intercellularen aufweist. Aus der Basis dieses Laubblattes entspringt die mit St bezeichnete Stipel, deren Wachstum durch eine Reihe keilförmiger Scheitelzellen vermittelt wird. s ist eine in Entwickelung begriffene Squamula intravaginalis. B_2 ist der untere Rand des nächsthöheren Blattes, dessen Basis bereits den ganzen Stengel umfafst und an seinem obersten Rande ebenfalls mit einer Reihe von keilförmigen Zellen wächst. Stark vergröfsert.

Fig. 63. Isolierte, geschlossene Stipula axillaris von Zanichellia palustris. 6 mal vergröfsert.

Fig. 64. Querschnitt durch die geschlossene axilläre Stipel von Zanichellia palustris. Die Stipel besteht nur aus zwei Zelllagen und schliefst weder Bastfasern noch auch Phloëmstränge ein. Die kutikularisierte, mit a bezeichnete Seite sieht nach aufsen; stark vergröfsert

Fig. 65. Querschnitt durch eine Winterknospe von Potamogeton obtusifolius. Die aussen befindlichen Knospenblätter mit 1—3 bezeichnet, bestehen ebenso wie die im Inneren der Knospe gelegenen Laubblätter aus einer Laubspreite und einer zugehörigen Stipel. Erstere ist fein schattiert und letztere schwarz gezeichnet. Der elliptische Körper = a im Centrum stellt die Sprofsachse vor, die nahe dem Vegetationspunkt durchschnitten ist. Die Squamulae intravaginales, von denen mehrere in diesem Schnitt getroffen wurden, mufsten der Deutlichkeit des Bildes wegen weggelassen werden. 27 mal vergröfsert.

Fig. 66. Querschnitt durch eine Winterknospe von Potamogeton rufescens. Die beiden äufsersten Knospenblätter A und B sind in Gestalt spreitenloser Stipeln entwickelt. Die mit I—VI bezeichneten Laubblätter besitzen alle eine zugehörige, schwarz gehaltene Stipel, welche alle jüngeren Blattteile schützend umhüllt. Blatt I ist an seiner Laminabasis quer durchschnitten, und von den übrigen Laubblättern II—VI ist die Lamina selbst getroffen, deren Blatthälften mehr oder minder stark eingerollt sind. Im Centrum der Figur ist in Form eines kleinen, runden Kreises der Vegetationspunkt zu sehen. Die Stipel der zwei jüngsten, dem Vegetationspunkt zunächst liegenden Blätter ist noch zu wenig entwickelt, als dafs sie in diesem Querschnitt beobachtet werden könnte. Eine gröfsere Anzahl Squamulae intravaginales, die zwischen den inneren Blattteilen der Knospe sitzen, habe ich der Deutlichkeit des Bildes wegen weggelassen. 30 mal vergröfsert.

Fig. 67. Potamogeton trichoides: Der Sprofs endigt mit einem jungen Blütenstand, der von einer sackartigen, aus zwei Schutzstipeln (= S) gebildeten Hülle umschlossen ist. An der linken Seite der Hülle sieht man, wie die eine rechte Stipel mit ihrem Rand über die andere greift. Mit s ist die viel schwächer gebaute Stipel eines gewöhnlichen Laubblattes bezeichnet, dessen Spreite etwa $2^1/_2$—3 mal so lang ist als die der Stipeln S. 4 mal vergröfsert.

Fig. 68. Potamogeton gramineus; ein fertiger Blütenstand, der ursprünglich von den Stipeln S umhüllt war, die jetzt an seiner Basis sitzen. s ist die Stipel eines gewöhnlichen Laubblattes. Natürliche Gröfse.

Inhaltsübersicht.

Seite

I. Stipulae laterales 3
von Hydrocharis morsus ranae 3
„ Potamogeton densus 6
„ Najas 7
„ Althenia sp. 9
„ Smilax otigera 9
„ Pothos 12
„ Ruppia 13
Rutimentäre Stipulae laterales 13

II. Stipula adnata 15
1. Offene Stipula adnata 20
a) mit grosser Ligula bei Hydrochariteen:
Hydrocharis asiatica 21
Limnobium Spongia 22
bei Araceen:
Rhynchopyle 22
Microcasia 22
Calla 22
bei Potameen:
Althenia filiformis 23
Potamogeton striatus 24
Potamogeton pectinatus 24
b) mit kleiner Ligula bei Zingiberaceen:
Hedychium sp. 25
Zingiber 26
bei Araceen:
Philodendron Sonderiann 27
bei Gramineen 27
bei Juncaginaceen:
Triglochin 29
Scheuchzeria 29
bei marinen Potameen 29
(Posidonia, Cymodocea, Halodule, Zostera, Phyllospadix).
c) mit fehlender Ligula bei Gramineen: 31
bei Orchideen 32

Seite
2. Geschlossene Stipula adnata 33
a) mit grosser Ligula bei Palmen:
Desmoncus 34
bei Pontederiaceen:
Pontederia 35
bei Potameen:
Zanichellia Preissii 37
Potamogeton filiformis 38
Potamogeton aulacophyllum 38
b) mit kleiner Ligula bei Palmen:
Calamus 39
bei Scitamineen:
Costus 39
bei Liliaceen:
Allium 40
bei Gramineen 41
bei Fächerpalmen 41
c) mit fehlender Ligula bei Amaryllideen 43
bei Orchideen 45
bei Liliaceen:
Allium 46
III. Stipula axillaris 47
1. Offene Stipula axillaris von Potamogeton 47
Gestalt der Potameenstipel 47
Grösse der Potameenstipel 48
Anatomischer Bau 49
Morphologische Auffassung 51
„Verwachsungserscheinungen" zwischen Stipel und Laubblatt . . 53
Entwickelungsgeschichte 59
2. Geschlossene Stipula axillaris von Zanichellia palustris . 63
Biologische Funktion der Stipeln bei Monokotyledonen . . . 64
Phylogenetische Schlussbetrachtung 77
Citierte Litteratur 83
Register der genannten Familien, Gattungen und Arten . . 85
Erklärung zu den Tafeln 87

(Sonderabzüge, ausgegeben den 23. Juni 1901.)

Über die Klärung trüber Lösungen

von

G. Quincke.

1. Unter trüben Lösungen, Trübungen oder Suspensionen soll im folgenden Wasser verstanden werden, in welchem kleine feste oder flüssige Teile lange Zeit schweben bleiben oder suspendiert sind.

Sogenannte falsche oder Pseudolösungen von Colloiden, wie Leim, Eiweiß, Kieselsäure u. s. w., deren eigentliche Beschaffenheit noch ungewiß ist, sollen zunächst außer Betracht bleiben.

Das Absetzen der in Wasser aufgeschwemmten festen Teilchen, Pechtrüben und Quarzteilchen wird nach *Th. Scheerer*[1]) durch Lösungen von Natriumphosphat, Alaun, Kupfervitriol, Salpetersäure, Salzsäure, Schwefelsäure begünstigt. Sauer reagierende Flüssigkeiten sollen besonders kräftig wirken. *Franz Schulze*[2]) fand die Klärung von Thontrübungen beschleunigt durch Alaun, Hausenblase, Leim, Kalk und kohlensaures Ammoniak. Wasser mit $^1/_{20000}$ Kalkhydrat wirkte schon klärend. *Ch. Schlösing*[3]) fand Thontrübungen mit reinem Wasser monatelang trübe. Bei Zusatz von Wasser mit Kalk oder Magnesia vereinigen sich die Schlammteilchen zu größeren Flocken und fallen zu Boden. Einige Zehntausendstel Kalksalz fällten die Thonteilchen schnell, einige Hunderttausendstel klärten die Thontrübung in 24 Stunden. Die Thonflocken lassen sich von neuem in reinem Wasser suspendieren und daraus von neuem niederschlagen. *Schlösing* knüpft an diese Versuche interessante Betrachtungen über die Auflockerung des Ackerbodens durch Kalk- und Magnesiasalze, welche das Verstopfen der porösen Ackererde durch die aufgeschlemmten Thonteilchen verhindern; über den Einfluß des Meerwassers auf das Absetzen des

1) *Th. Scheerer*, Poggend. Ann. 82. pag. 419. 1851.
2) *Franz Schulze*, Poggend. Ann. 129. pag. 366. 1866.
3) *Ch. Schloesing*, Compt. rend. 70. pag. 1345. 1870.

Schlammes der Flüsse vor den Flußmündungen und empfiehlt den Zusatz von Kalksalzen zum Klären des Wasserleitungswassers. Diese Angaben von *Schlösing* wurden mir durch mündliche Mitteilung des Herrn Prof. *Sauer* bestätigt.

Nach *Barus*[1]) setzen Thontrübungen bei 100° 20mal schneller ab als bei 15°. Zuerst beginnt die Klärung mit Flockenbildung. Nach *Barus* sind die klärenden Substanzen Elektrolyten. Die Ursache des Absetzens ist die innere Energie, welche die Jonen den Flüssigkeiten mitteilen.

Untersuchungen über die klärende Kraft verschiedener Substanzen stellte *G. Bodländer*[2]) bei Kaolintrübungen an. Kaolin wurde in ausgekochtem Wasser aufgeschwemmt und die Geschwindigkeit des Absetzens aus der Menge des Kaolins in der Volumeneinheit berechnet. Die Klärung wurde durch Elektrolyte in wässeriger Lösung befördert, durch Nichtleiter der Elektrizität verzögert. Die Elektrolyte wirken aber nur dann klärend, wenn die zugesetzte Menge eine gewisse kleine Größe, den „Schwellenwert", überschreitet. Bei einprozentiger Kaolintrübung war der Schwellenwert für Salzsäure etwa ein Milliontel der aufgeschwemmten Kaolinmenge. Die Klärung ist um so vollständiger, je mehr der Schwellenwert überschritten ist. Kohlensäure, unter geringerem Druck als einer Atm. in Wasser gelöst, klärte Kaolintrübungen schnell. Mit klärendem Zusatz fällt das ganze aufgeschwemmte Material gleichzeitig; ohne klärenden Zusatz zuerst die größeren, dann die kleineren Körner.

2. In neuester Zeit hat *W. Spring*[3]) die Flockenbildung untersucht bei Mastixtrübung, Kaolin- und Kieselsäuretrübung. Eine Mastixtrübung zeigte Flockenbildung über Lösungen von

$$CuSO_4\ AlCl_2\ FeCl_2\ MgCl_2\ ZnCl_2$$

und Alaun. Zwischen den Flocken war die Flüssigkeit über Kupfersulfatlösung unten blau, oben farblos. In den ausgewaschenen Flocken des unteren Teiles konnte Cu Al Fe Zn Mg nachgewiesen werden; im oberen Teile der Trübung freie Säure. Die Trübungen sollen sich gewissermaßen wie eine Membran gegen Salzlösungen verhalten. Die Salze gehen durch Diffusion so hindurch, daß die Stoffe mit größerer Diffusionsfähigkeit den anderen vorauseilen, oder so, daß die Hydro-

[1]) *C. Barus*, Phys. Beiblätter 12. pag. 563. 1888.

[2]) *G. Bodländer*, Gött. Nachr. 1893. pag. 267.

[3]) *W. Spring*, Rec. trav. chim. des Pays-Bas. 19. (2 Ser. 4) Nr. 3. p. 204, 222, 1900.

lyse eines gelösten Stoffes an dem Fortschritt der Säurespuren in der Trübung nachgewiesen werden kann, während das Hydrat sich mit der trübenden Materie vereinigt und Flocken bildet, die sich absetzen.

Herr *Spring* hat ferner durch Trübungen elektrische Ströme geleitet mit elektromotorischen Kräften von 20 bis 110 Volt und gefunden, dass dadurch die Flockenbildung begünstigt wurde, indem Silber, Gold, Platin, Farbstoffe, Mastix, Gummi Gutti zur Anode, die Colloide, Eisenoxydhydrat, Kadmiumhydrat, Methylviolett, Methylblau, Magdalarot und Kieselsäure zur Kathode getrieben wurden. Im allgemeinen beginnt die Klärung an der Kathode.

Das Resultat ist nicht neu und war vorherzusagen nach meinen Untersuchungen über elektrische Fortführung, in denen ich[1]) schon vor 40 Jahren nachgewiesen habe, daß in Wasser und anderen Flüssigkeiten suspendierte Teilchen fester, flüssiger und gasförmiger Substanzen durch den elektrischen Strom zur Anode oder Kathode getrieben werden. Ich habe damals einen Teil derselben Substanzen untersucht, wie Herr *Spring*, freilich keine Anilinfarben, die damals noch nicht bekannt waren.

Nach Herrn *Spring* bildet ein elektrischer Strom um so schneller Flocken, je stärker er ist (l. c. pag. 233). Dies ist mit den von mir aufgestellten Gesetzen der elektrischen Fortführung in Widerspruch. Im allgemeinen nimmt die Geschwindigkeit der elektrisch fortgeführten Teilchen mit der elektromotorischen Kraft und nicht mit der Stromstärke zu und ist in Säuren oder Salzlösungen kleiner, als in reinem Wasser.

Nach Herrn *Spring* sollen die zur Kathode gehenden Jonen die wirksamen Flockenbildner sein und mit der Geschwindigkeit wirken, mit der sie im Elektrolyten wandern. Die meisten Versuche wurden mit Trübungen von Kieselsäure und Kaolin wiederholt, mit denselben, aber weniger deutlichen Erfolgen, da sich diese Trübungen leichter wie Mastixtrübungen klären.

Daß ähnlich wirkende Substanzen um so schneller wirken, je schneller sie diffundieren oder je schneller sie an die schwebenden Teilchen der trübenden Materie gelangen, ist ohne besonderen Nachweis zuzugeben. Aber der Beweis fehlt, daß die Klärung der Mastixtrübungen von den durch Hydrolyse in ihre Jonen zerlegten Elektrolyten oder Salzen bewirkt worden ist.

---

[1]) *G. Quincke*, Pogg. Ann. 113. pag. 573. 1861.

Strömen Wasser oder verdünnte Lösungen von Säuren oder Salzen durch poröse feste Körper, so entsteht ein elektrischer Strom im Sinne der Flüssigkeitsströmung, wie ich[1]) 1859 nachgewiesen habe. Da es nun auf die relative Bewegung von Flüssigkeit und fester Oberfläche ankommt, so müssen die in Wasser fallenden Mastixteilchen ebenfalls einen elektrischen Strom geben, der entgegen der Richtung der fallenden Mastixteilchen von unten nach oben geht. Die Mastixteilchen unten werden negativ elektrisch, das Wasser oder die Flüssigkeit darüber positiv elektrisch sein. Durch Elektrolyse wird die Säure der in Wasser gelösten Salze zu den oben gelegenen positiv elektrischen Flüssigkeitsteilchen gehen, die Basis zu den unten gelegenen, negativ elektrischen Mastixteilchen.

Bei Wiederholung der *Spring*schen Versuche über Klärung von Mastixtrübungen durch Kupfersulfat habe ich an den gebildeten ausgewaschenen Mastixflocken kein Kupfer nachweisen können. Dies Resultat ist in Widerspruch mit den Versuchen von Herrn *Spring* und mag in der Beschaffenheit des von mir benutzten Mastix seinen Grund haben.

Mir scheint es aber überhaupt gewagt, aus der Klärung von Kaolin- oder Mastixtrübung durch Säuren oder Salzlösungen ganz allgemein zu schließen, daß nur Elektrolyte klärend wirken sollen. Dieser Schluß ist umsoweniger berechtigt, als über den eigentlichen Grund der Klärung alle bisher bekannten Untersuchungen keinen Aufschluß geben.

3. Aus den Versuchen von *Franz Schulze* und *Bodländer* folgt, daß so kleine Mengen Salz oder Säure die Flockung und Klärung der Trübung bewirken, daß die schwebenden Teilchen dadurch nur unmerklich mehr belastet sind und ihre Niedergangsgeschwindigkeit durch dies Übergewicht nicht merklich vermehrt werden kann. Es müssen an der Oberfläche der schwebenden Teilchen Kräfte wirksam sein, die die Flockung herbeiführen.

In den geklärten Trübungen fand ich Flocken mehr oder weniger reichlich an der Gefäßwand festgesetzt und in den Flocken selbst waren viele Luftblasen verteilt. Beides weist darauf hin, daß an der Oberfläche der Flocken, wenigstens kurze Zeit nach der Bildung derselben, eine ölartige klebrige Flüssigkeit vorhanden sein muß, an deren Grenzfläche eine merkliche Oberflächenspannung herrscht und Luftblasen abgeschieden werden, wie an der Grenze heterogener Flüssig

[1]) *G. Quincke,* Pogg. Ann. 107. pag. 1. 1859; 110 pag. 38. 1860.

keiten. Dadurch wird es wahrscheinlich, daß Änderungen der Oberflächenspannung dieser Grenzfläche und davon abhängige periodische Ausbreitung heterogener Flüssigkeit die schwebenden Teilchen der Trübung zu Flocken zusammengeführt haben. Der Einfluß so außerordentlich kleiner Mengen Säure oder Salz auf die Flockenbildung wird dann verständlich. Ebenso die von Herrn *Spring* (l. c. pag. 215) gefundene Thatsache, daß Mastixtrübung mit 0.4 % Mastix leichter geklärt wird, als solche mit 0,2%.

Ich werde im folgenden zeigen, daß alle bekannten Thatsachen mit dieser Erklärung der Klärung trüber Lösungen in Übereinstimmung sind. Auf die Erklärung der Thatsache, daß trübe Lösungen monatelang trübe bleiben können, will ich aber hier nicht eingehen und nur bemerken, daß alle von mir untersuchten Trübungen — Mastix, Schellack, Gummi Gutti, Seife, Kaolin, Natron oder Kalisilicat — nach längerer Zeit Flocken absetzten, in denen das Mikroskop zusammenhängende Schaumzellen oder Reste davon erkennen liess.

In frisch hergestellten Trübungen bemerkt man oft tagelang an den suspendierten Teilchen bei sehr starker Vergrößerung eine zitternde Bewegung, die *Brown*sche Molekular- oder Flimmerbewegung, die in alten Trübungen fehlt. Dieselbe ist, wie ich schon früher ausgesprochen habe[1]), auch die Folge einer in kurzen Zwischenräumen erfolgenden Ausbreitung. Die Ausbreitung erfolgt zum Teil auf der Oberfläche der an den Teilchen haftenden Luftschichten. Bei größerer Energie der Ausbreitung, die von der klärenden Flüssigkeit herbeigeführt wird, werden die schwebenden Teilchen nicht bloß verschoben, sondern bis zur Berührung zusammengeführt und die Flocken gebildet.

4. Mastixtrübung. Unter eine Trübung mit $^4/_{10000}$ Mastix wurde mit einem langen Trichter, der bis zum Boden reichte, langsam Kupfersulfatlösung geschichtet. Nach 12 Stunden lag auf der Salzlösung eine Lage brauner zusammenhängender Mastixflocken, aus der kleine Luftblasen kleine braune Kegel in die Höhe gezogen hatten. An den Wänden des Glases hatten sich Mastixflocken festgesetzt, die unter dem Mikroskop erstarrte Schaumwände zeigten.

Läßt man alkoholische Mastixlösung in eine größere Wassermenge einfließen, so entstehen viele unsichtbare Fäden und Schaumwände, in denen unzählige kleine Kügelchen verteilt sind. Bringt man zu dem Wasser mit Mastixhydrat Kupfersulfat, so wandern die

[1]) *G. Quincke*, Verhandl. Deutsch. Naturf.-Ges. in Düsseldorf, 1898. pag. 28.

Schaumwände auf die Kupfersulfatlösung zu, werden heller und sind nach einigen Minuten aufgelöst. Die Kugeln und Schaumwände beweisen, daß bei der Einwirkung von Wasser und Mastix eine zähe, ölartige Flüssigkeit entstanden ist, welche ich Mastixhydrat nennen will, und welche an der Grenze mit dem umgebenden Wasser eine Oberflächenspannung hat. Die Kupfersulfatlösung hat an der Grenze mit Mastixhydrat und an der Grenze mit Wasser die Oberflächenspannung o, breitet sich also an der Oberfläche des Mastixhydrats aus, erzeugt in der umgebenden Flüssigkeit Wirbel und zieht die benachbarten Flüssigkeits- und Mastixmassen nach dem Ausbreitungscentrum hin. Dadurch wird die umgebende Flüssigkeit umgerührt. Es tritt von neuem Kupfersulfatlösung an die Mastixoberfläche, breitet sich von neuem aus, und indem sich dieser Vorgang in kurzen Zwischenräumen oder periodisch wiederholt, werden die Mastixmassen nach der zugebrachten Kupfersulfatlösung hingezogen. Gleichzeitig entstehen hohle Schläuche mit Anschwellungen, in denen kleine Luftblasen liegen und Schaumwände mit Neigungswinkeln von 120°.

Schichtet man unter Mastixtrübung Kupfersulfatlösung, so wird letztere in die Trübung diffundieren, an der Oberfläche der schwebenden Mastixteilchen sich periodisch ausbreiten und durch die dabei erzeugte Wirbelbewegung die Mastixteilchen mit benachbarten Mastixteilchen oder der Wandfläche zusammenführen, wo sie mit der klebrigen Oberfläche hängen bleiben. Der Vorgang ist ähnlich demjenigen, wo in Wasser schwebende Ölkugeln, auf denen sich Seifenlösung periodisch ausbreitet, zusammengeführt werden, den ich ausführlich früher beschrieben habe[1]). Die zusammengeführten zähflüssigen Mastixmassen fließen bei der Berührung zusammen zu aneinander hängenden Blasen oder Schaummassen. An der Oberfläche des Mastixhydrats scheidet sich, wie an allen frisch entstandenen Grenzflächen heterogener Flüssigkeiten, die absorbierte Luft in kleinen Blasen ab. Ein Teil der Flocken steigt von den Luftblasen getragen in die Höhe, der andere Teil mit grösseren Flocken sinkt zu Boden und sammelt sich über der Salzlösung an.

Eine mit ausreichender Wirbelbewegung verbundene Ausbreitung der Kupfersulfatlösung und ein Zusammenführen der schwebenden Mastixteilchen bis zum Zusammenfließen oder Zusammenkleben oder bis zur merklichen Flockenbildung kann erst bei einer gewissen Konzentration der Kupfersulfatlösung auftreten, die dem „Schwellenwert"

[1]) *G. Quincke*, Wied. Ann 35. pag. 608. 1888.

von *Bodländer* entspricht. Dieser hat zwar mit Kaolintrübungen gearbeitet. Ich werde aber zeigen, daß bei diesen Flockung und Klärung in ähnlicher Weise erfolgt, wie bei Mastixtrübungen.

Lösungen von Kochsalz, Salzsäure, Kalibichromat, Eisenchlorid breiten sich, in ähnlicher Weise wie Kupfervitriol untersucht, ebenfalls an der Oberfläche des Mastixhydrats aus und haben an der Grenzfläche mit Mastixhydrat die Oberflächenspannung 0. Die Flockenbildung und Klärung durch diese Flüssigkeiten erklärt sich also in derselben Weise, wie die durch Kupfersulfat.

5. Kaolintrübungen. Die Trübungen wurden durch Einrühren von 10 g Kaolin in 8 Liter Wasser erhalten. In hohen Glascylindern von 100×10 cm bildeten sich eine Reihe horizontaler Schichten, die in nahezu gleichen Abständen im unteren Teil der Trübung lagen. Nach einiger Zeit waren weniger Schichten von größerer aber verschiedener Dicke sichtbar. Nach 2 Monaten hatten sich an der dem Licht abgewandten Seite der Glaswand zahlreiche Flocken angesetzt, an denen auch noch die horizontalen Schichten zu erkennen waren. Unter dem Mikroskop zeigten die bis 3 mm langen Flocken Fäden oder Röhren einer abwärts geflossenen zähen Flüssigkeit mit kugelförmigen Anschwellungen und zahlreichen Schaumwänden, in denen viele runde Linsen verteilt lagen. Der Bodensatz bestand aus weißlichen deformierten Blasen und Schaumzellen, die eine zusammenhängende Masse bildeten, glatte Kugeln von 0,0004 bis 0,002 mm Durchmesser mit größerer Lichtbrechung als die Umgebung und Bruchstücke von Schaumzellen enthielten, also zum Teil aus erstarrter Flüssigkeit bestanden.

Die Kaolinteilchen hatten sich also allmählich unter Einwirkung des Wassers mit einer ölartigen, klebrigen Flüssigkeit, wahrscheinlich Kieselsäurehydrat, überzogen, an dessen Oberfläche sich eine andere Flüssigkeit ausgebreitet hatte. Die periodische Ausbreitung hat dann die Kaolinteilchen zu größeren Flocken vereinigt, die langsam zu Boden gesunken oder von der mit der Ausbreitung verknüpften Wirbelbewegung an die Glaswand getrieben und dort festgeklebt sind, da sie mit ölartiger Flüssigkeit bedeckt waren. Das ölartige Kieselsäurehydrat hat dabei Kugeln, Blasen und an einanderhängende Schaumwände gebildet, und ist später ganz oder teilweise erstarrt.

Die Bildung der Kieselsäure aus dem Kaolin kann nicht überraschen, da schon *Bischoff* gefunden hat, daß kohlensäurefreies Wasser Kieselsäure aus Quarz und kieselsäurehaltigen Gesteinen

auflöst und Herr Prof. *Sauer* nach mündlicher Mitteilung mir dies bestätigt hat.

Kaolintrübungen mit $^1/_{1000}$ Kaolin geben in Probierröhrchen über Kupfersulfat, Eisenchlorid, Chorcalcium oder Kalkwasser. Schaumflocken mit feinen Schaumwänden, in denen viele feine Körnchen verteilt sind, oder mit dicken Schaumwänden, in denen wieder Hohlräume oder Schaumzellen mit feineren Wänden liegen. Die Kaolinflocken kleben zum Teil an der Glaswand, bestanden also zur Zeit ihrer Entstehung aus klebriger Flüssigkeit.

Ebenso zeigten Kaolintrübungen über Zuckerlösung nach 24 Stunden 2 dicke Flockenschichten im unteren Teile der Trübung.

Zwischen Kaolintrübung und untergeschichtetem Kalkwasser hatte sich nach 12 Stunden eine durchsichtige nach oben gewölbte Querwand in dem Probierröhrchen gebildet, die beim Anzünden einer 30 cm entfernten Lampe platzte.

6. Seifentrübung. Eine Trübung von 0,8 % ölsaurem Kali zeigte nach 12 Stunden Flocken über Lösungen der Elektrolyte

$$CuSo_4,\ NaCl,\ K_2Cr_2O_7,\ KNO_3,\ NH_4Cl$$

und über Zuckerlösung:

Trübungen von Schellack gaben in Probierröhrchen mit darunter geschichteten Lösungen von $CuSo_4$, $FeCl_3$, $CuCl_2$, NH_4Cl nach 24 Stunden Flocken, die sich bei den 3 letzten Flüssigkeiten auch an der Glaswand angesetzt hatten.

7. Je nach der Konzentration und Natur der trübenden Substanz wirken die verschiedenen klärenden Substanzen verschieden. Bei Trübungen mit $^1/_{100000}$ Mastix war die Flockung durch Kupfersulfat stärker als durch Chloroform, und diese wieder stärker als die durch Salzsäure. Bei Trübungen mit $^1/_{10000}$ Mastix war die Flockung durch Salzsäure stärker, als die durch Kupfersulfat und diese stärker als die durch Chloroform. Bei Seifentrübung war die Flockung durch Kupfersulfatlösung stärker als durch Chloroform und diese stärker als durch Salzsäure. Die nach der Geschwindigkeit der Klärung geordneten klärenden Substanzen wechseln also die Reihenfolge mit Konzentration der Trübung und Natur der trübenden Substanz. Elektrolyte und Nichtleiter der Elektrizität können klärend auf Trübungen wirken. Ihre klärende Wirkung beruht auf periodischer Ausbreitung der klärenden Substanz an der Oberfläche der in der Trübung schwebenden Teilchen.

(Sonderabzüge, ausgegeben den 12. August 1901).

Die Bedeutung Australiens für die Heranbildung des Menschen aus einer niederen Form

von

Dr. Otto Schoetensack

in Heidelberg.

Reihen von Thatsachen, den Gebieten der Prähistorie, der physischen Anthropologie, der Ethnologie, der Paläontologie und der Tiergeographie entnommen, haben sich mir zu einem Gesamtbilde gefügt, welches, wie ich glaube, einen wichtigen Beitrag zur Lösung des Problems von der Heranbildung des Menschen aus einer niederen Form zu geben vermag. Indem ich mir eine ausführliche Darstellung des Gegenstandes vorbehalte, möchte ich an dieser Stelle den Fachgenossen nur in kurzen Zügen die Hauptpunkte unterbreiten, auf welchen meine neue Anschauung sich aufbaut.

Als Grundlage meiner Betrachtungen dienen die Vorstellungen über die Herkunft des Menschen, welche im Anschluß an die Entwickelungslehre sich in den letzten Jahrzehnten herangebildet haben. Nachdem einmal die Zugehörigkeit des Menschen zum Tierreich im allgemeinen gesichert war, bedurfte die spezielle Tierverwandtschaft des Menschen der Präcisierung. Manche hierin allzu einseitigen Wege, die eingeschlagen wurden, sind neuerdings wieder verlassen worden, und die Anschauungen über die Stellung des Menschen in der Primatenreihe, wie sie in letzter Zeit von *H. Klaatsch* und *G. Vacher de Lapouge* gänzlich unabhängig von einander vertreten worden sind, dürften wohl künftig den Wegweiser für alle weiteren Forschungen auf dem Gebiete der körperlichen Vorgeschichte des Menschen abgeben. Nach diesen Forschern besteht die Affenverwandtschaft des Menschen

lediglich in der Verknüpfung aller jetzt lebenden Primaten mit einer gemeinsamen Stammform, von welcher aus der Mensch sich direkt entwickelt hat, ohne die einseitigen Bahnen zu betreten, welche nach verschiedenen Richtungen hin zur Ausprägung der Typen der niederen Affen und der Anthropoiden geführt haben. Indem ich zur Orientierung auf die Artikel von *Klaatsch* verweise, hebe ich als für meine Untersuchungen wesentlich daraus hervor, dass für die Heranbildung des Menschen aus der sehr alten, der Stammwurzel aller Säugetiere nahestehenden Ausgangsform der Primaten eigenartige Bedingungen postuliert werden. Die grösste Schwierigkeit für die Erklärung der Besonderheit des Menschen den anderen Primaten gegenüber ist gegeben in dem Umstande, daß er lediglich durch die Entwickelung des Gehirns sich über die Tierwelt erhoben hat, während seine Gliedmaßen in vieler Hinsicht die alten Zustände sich treuer bewahrten, als bei irgend einer anderen Form. Die Hand des Menschen besitzt im trefflich opponierbaren Daumen ein altes Erbstück, das die Mehrzahl der Affen partiell eingebüßt hat, am Fuß ist die Anknüpfung an einen Greiffuß ohne weiteres deutlich. Hier liegt eine der spezifisch menschlichen Umgestaltungen vor in der Verstärkung der ihre Opponierbarkeit verlierenden ersten Zehe. Dieses Festhalten an Altem sowie diese speziellen Umgestaltungen, denen wir die völlige Aufrichtung des Körpers und den Verlust des Haarkleides anschliessen, sind ebensowenig, wie die enorme Entwickelung des Gehirns durch einen „Kampf ums Dasein" zu erklären, wie ihn die anderen Säugetiere, insbesondere die Primaten, durchgemacht haben. Sie verlangen zwar keine völlige Aufhebung des Kampfes, aber eine Milderung desselben, sie setzen Bedingungen voraus, welche verhältnismäßig äußerst günstig gewesen sein müssen. In Mitten einer feindlichen Welt gewaltiger Tiere hätte der Vorfahre des Menschen schwerlich ohne Erwerbung natürlicher Waffen bestehen können; im Urwald hätten seine Extremitäten ähnliche Umbildungen wie bei Gibbon, Orang, Gorilla, Schimpanse erfahren müssen.

Könnten wir als Aufenthalt des Vormenschen einen Kontinent nachweisen, wo diese beiden Umstände wegfallen, so würde der letzte Schritt begreiflich werden, durch den der Vorfahr des Menschen sich über die andere Tierwelt erhoben hat. Daß eine solche (im Sinne der Heranbildung gemeinte) „Urheimat" des Menschengeschlechts existiert haben muß, darauf werden wir in zwingender Weise hingegewiesen durch die Annahme der Einheitlichkeit des Menschengeschlechts, welche sich in

geistiger und körperlicher Beziehung zu erkennen giebt. Schon der menschliche Fuß allein genügt, um dies anatomisch zu beweisen. Es müssen also innerhalb eines irgendwie abgegrenzten Gebietes sich die spezifischen Vorgänge der Menschwerdung vollzogen haben, und von diesem Gebiete aus hat sich die Menschheit verbreitet. Wo aber mag dieses Gebiet gelegen sein? Ist es ein untergegangener Kontinent früherer Erdperioden oder haben wir ihn vielleicht wenigstens teilweise noch erhalten?

Auch hierfür fehlt es uns gegenwärtig nicht an Fingerzeigen. Durch eine Äußerung *Virchows*, wonach der malayische Archipel die meisten Aussichten biete für die Erforschung der Vorgeschichte der Menschheit, ist *Eug. Dubois* zu seinen Grabungen auf Java veranlasst worden, welche den Pithecanthropus zu Tage förderten. Die jetzt vorwiegende, auch von *Klaatsch* vertretene, Deutung dieses wichtigen Fossils ist, dass der Träger jenes berühmten Schädeldaches eine grosse Primatenform war, welche der gemeinsamen Wurzel des Menschen und der Anthropoiden nahe stand. Damit rückt der indo-australische Archipel in den Vordergrund der Betrachtung, wie er schon früher durch die Persistenz sehr niederer Menschenvarietäten sowie durch das Vorkommen des Orang und Gibbon die Aufmerksamkeit auf sich gelenkt hat. Afrika, Europa und Amerika sind nur selten als Wiege der Menschheit angesprochen worden. Speziell für Europa bricht sich die Anschauung Bahn, daß die ältesten Spuren des Menschen, seine Steinwerkzeuge und fossilen Knochenreste, auf eine Einwanderung des Menschen hinweisen, die mit dem Diluvium in zeitliche Beziehung gebracht werden muss. Alle Versuche, die Existenz des eigentlichen Tertiär-Menschen hier nachzuweisen, sind bekanntlich erfolglos geblieben, so daß die Deutung berechtigt erscheint, daß der Mensch thatsächlich im mittleren und jüngeren Tertiär noch nicht unsere Zone betreten hat. Als er dies that, war er bereits der paläolithische Jäger, im Besitz der hinreichenden materiellen und intellektuellen Hilfskräfte, um den Kampf mit den Elementen und der ihn umgebenden Tierwelt durchführen zu können. Dieser Umstand setzt eine lange Vorentwickelung voraus, der Mensch muß hierzu eine Art von Schulung, eine lange dauernde Vorübung durchgemacht haben. Suchen wir in dem oben bezeichneten Bereich nach einem engeren Bezirke, wo dies geschehen sein konnte, so kommen das südliche Asien, der indo-australische Archipel und Australien in Betracht. Berücksichtigen wir die geologischen und tiergeo-

graphischen Bedingungen, welche diese Gebiete in der mittleren und jüngeren Tertiärzeit beherrschten, so scheint der jetzige asiatische Kontinent als solcher ausgeschlossen wegen des Vorhandenseins grosser und gefährlicher Placentalsäugetiere, hingegen stellen der indo-australische Archipel und Australien ein weites Gebiet dar, auf welchem zur Pliocänzeit alle Postulate für die Erklärung der Heranbildung des Menschen erfüllt sind. Seitdem *Wallace* seine grundlegenden Studien über die Tierverbreitung im malayischen Archipel veröffentlicht hat, sind unsere Kenntnisse über die Schwankungen von Land und Meer zwischen Asien und Australien namentlich durch die Forschungen der Vettern *Sarasin*[1]) auf Celebes bedeutend erweitert worden. Australien seit dem Schluß der Sekundärzeit von den übrigen Kontinenten getrennt, umfaßte in gewissen Abschnitten der Tertiärzeit Neuguinea und andere jetzige Inseln des Archipels, woraus sich das Vorkommen von spezifisch in Australien entwickelten Marsupialiern auf Neuguinea, Celebes, Amboina, Timor erklärt. Die beifolgende Karte (Fig. 1) zeigt die höchste Entwickelung der Festlandsperiode im indo-australischen Archipel zur Pliocänzeit. Danach bestand eine Landbrücke zwischen Süd-Celebes sowohl mit Java wie mit der kleinen Sundakette und zwischen Ost-Celebes über die Sula-Inseln mit den Molukken. Diese standen wiederum mit Neuguinea und letztere mit Nord-Australien in Landverbindung. Sumatra, Borneo und Java bildeten mit Südostasien einen Kontinent, von dem Landbrücken über Java nach Celebes hinüberführten. „Noch auf Neuguinea selbst ist die Einstrahlung typisch asiatischer Formen deutlich spürbar. Ja über Neu-Guinea weg bis Nord-Australien sind solche Wanderer zu verfolgen." (*Sarasin* pag. 126.) „Rekapitulierend finden wir Celebes im Eocän vom Meere bedeckt, im Miocän sich erhebend und im Pliocän in ausgedehnter Weise mit Nachbargebieten in Verbindung tretend; dann wieder Auflösung dieser Landmasse, Abbruch der Verbindungsbrücken und in der der Gegenwart unmittelbar vorhergehenden Periode sogar eine etwas tiefere Untertauchung als heute, endlich neuerdings wieder eine leichte Hebung (pag. 129)."

Diese Resultate scheinen uns für unser Problem der Heranbildung des Menschen von ungeheurer Bedeutung. Ist doch der Übertritt von placentalen Formen von dem indo-austra-

[1]) *P.* u. *F. Sarasin*, Materialien zur Naturgeschichte der Insel Celebes. III. Bd. Über die geologische Geschichte der Insel Celebes auf Grund der Tierverbreitung. Wiesbaden 1901.

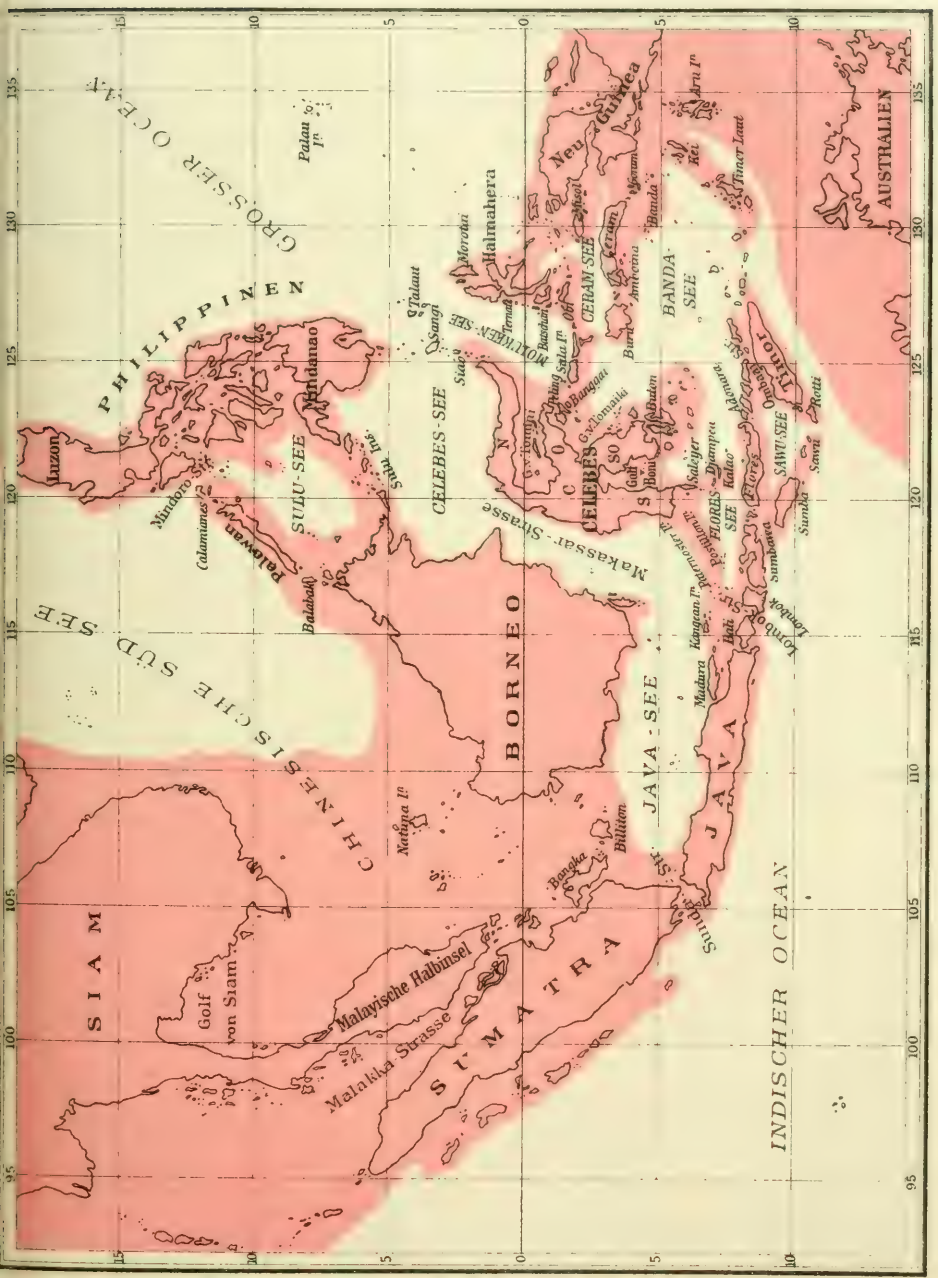


Fig. 1. Höhepunkt der pliocänen Festlandperiode (nach *P.* u. *F. Sarasin*).

lischen Archipel nach dem australischen Festlande damit äußerst wahrscheinlich gemacht und die Möglichkeit, daß der Vorfahre des Menschen zur Pliocänzeit nach Australien verschlagen und alsdann dort von der übrigen Welt isoliert wurde, drängt sich, wie wir noch zeigen werden, als eine sehr nahe liegende auf. Einen direkten Beweis für den Übertritt von Placentalformen nach Australien in einer sehr weit zurückliegenden Zeit liefert uns, abgesehen von den unten aufgeführten kleinen Nagetieren[1], die seit der Tertiärzeit das australische Festland bewohnen, der australische Wildhund, der Dingo. Daß derselbe domestiziert von Menschen nach Australien eingeschleppt worden sei, erweist sich als hinfällig den positiven Zeugnissen gegenüber, wonach fossile Reste des Dingo in pliocänen und pleistocänen[2]) Schichten von

[1]) *J. Lauterer*, Australien und Tasmanien. Freiburg 1900 p. 233 berichtet darüber: „Die in Australien vor Ankunft der weißen einheimischen Ratten und Mäuse stammen gleichfalls aus der Tertiärzeit. Alle ihre Arten sind für den Kontinent endemisch und obgleich sie nur für den Zoologen Interesse haben und an Lebensweise ihren europäischen Verwandten gänzlich gleichen, so will ich doch ihre Namen hersetzen, damit man nicht glaubt, es seien ihrer nur wenige. Es sind:

1. aus der Gattung Mus: Mus lineolatus, albocinereus, assimilis, sordidus, manicatus, nanus, longipilis, conditor (alle von *Gould* benannt), ferner Mus fuscipes, Gouldii, Novae Hollandiae (von *Waterhouse* benannt), dann Mus cervinipes, vellerosus, leucopus, macropus (von *Grey* benannt) und endlich Mus griseocaeruleus, variabilis, Simsonii, castaneus, pachyurus und tetragonus (*Peters*), erst seit 1883 bekannt;

2. aus der Gattung Hapalotis: Hapalotis longicaudata, apicalis, cervina, murina, hirsuta, penicillata (*Gould*), Mitchellii (*Ogil*), albipes, hemileucura, personata, nacrura, Thompsoni, leucopus:

3. aus der Gattung Hydromys: Hydromys chrysogaster, leucogaster, fulvoalvatus, fuliginosus, und endlich die rattengrosse Echinothrix leucura Gr. mit weissem Schwanz. Man nimmt an, alle diese Nagerarten seien in der Tertiärzeit auf Baumstämmen u. s. w. von Asien aus nach dem Austral-Kontinent getrieben".

Diese letztere Ansicht ist, nachdem die Sarasinschen Forschungen über die vorhanden gewesenen Landbrücken bekannt geworden sind, offenbar nicht mehr in dem Umfange haltbar.

[2]) Es ist bekannt, welche Schwierigkeiten oft die Einreihung dieser Schichten in das übliche Schema dem Geologen selbst in unserm am meisten durchforschten Erdteile macht: auf der südlichen Halbkugel scheinen sich diese noch bedeutend zu erhöhen, wie wir aus folgender Stelle bei *Zittel* (Paläozoologie IV, 757) entnehmen: „Vergleicht man die Fauna der Pampasformation mit der jetzt in Süd-Amerika existierenden, so fällt die starke Quote erloschener Gattungen sofort in die Augen. In dieser Hinsicht entfernt sie sich weiter von der jetzt in Süd-

Colac und anderen Gegenden Viktorias zusammen mit fossilen Resten gleicher Erhaltungsart von Beuteltieren, den ausgestorbenen Thylacoleo, Diprotodon, Nototherium, Procoptodon, gefunden worden sind. Wir entnehmen diese bestimmten Angaben einem Werke des Prof. *Fred. Mc. Coy* in Melbourne [1]). Derselbe Forscher berichtet ferner gelegentlich der Beschreibung des Auffindens von Diprotodon- und Nototherium Resten im Schlamme alter pleistocäner Seen, daß er in einigen Höhlen Viktorias die Knochen des Dingo derartig mit denen von (noch jetzt lebenden) Beuteltieren untermischt gefunden hat, daß an der ursprünglichen Wildheit des nach Australien gelangten Hundes kein Zweifel sein kann. Selbst heute noch ist der Dingo

Amerika lebenden, als die pliocäne in Europa von ihren heutigen Nachkommen. Auf der anderen Seite begegnet man jedoch unter den fossilen Pampastieren einer ganzen Anzahl noch jetzt lebender Arten, die im Pliocän von Europa gänzlich vermisst werden. Betrachtet man die Pampasformation mit Ameghino als Äquivalent des europäischen Pliocän, so besitzt ihre Fauna einerseits einen altertümlicheren, andererseits einen moderneren Charakter als jene in Europa; stellt man dieselbe mit *Burmeister, Steinmann* u. a. ins Pleistocän, so zeichnet sie sich durch die grofse Menge erloschener Gattungen und Arten in auffälliger Weise von den diluvialen Faunen anderer Weltteile aus. — Es scheint aber, als ob auf der südlichen Hemisphäre mit einem anderen Mafsstab gemessen werden müsse, als anderwärts, denn auch Australien besitzt in Knochenhöhlen und oberflächlichen, offenbar sehr jugendlichen, allgemein dem Diluvium zugeschriebenen Ablagerungen eine erloschene Fauna, die sich zur jetzt daselbst lebenden fast genau wie die Pampasfauna zur modernen südamerikanischen verhält. Mit Ausnahme des Canis dingo gehören die pleistocänen Säugetiere Australiens zu den Monotremata oder Beuteltieren und verteilen sich auf 22 Genera. Auch hier zeichnen sich die fossilen erloschenen Gattungen und Arten meist durch ihre beträchtliche Gröfse aus und wie die Gravigraden und Glyptodontia den heutigen Faultieren und Gürteltieren der Pampasschichten als Riesen gegenüberstehen, so verhalten sich die gewaltigen Diprotodon, Nototherium, Phascolonus, Sthenurus, Procoptodon, Thylacoleo u. a. zu ihren jetzt lebenden australischen Verwandten. — Herrscht somit in Nord- und Süd-Amerika und in Australien Unsicherheit über die Abgrenzung von Pliocäen und Diluvium, so steht es in Europa kaum anders; denn auch hier schiebt sich zwischen die typisch pliocäne Fauna des Val d'Arno, der Auvergne und der Gegend von Montpellier eine eigentümliche Mischfauna ein." Eine Klärung dieser Verhältnisse muss also der Zukunft überlassen bleiben. Von vornherein will es uns scheinen, dass ein solch ausgedehntes Gebiet, wie es das australische Festland darstellt, ebenfalls zahlreiche Stufen der faunistischen Entwickelung aufweisen wird und dass es wohl nicht angeht, alle hierher gehörigen Funde, wie dies einige Autoren thun, über einen Leisten zu schlagen und als sehr jung zu erklären.

[1]) Prodromus of the Palaeontology of Victoria VII (1882) pag. 7—10, siehe auch Zeitschr. f. Ethnologie 1877 Verh. S. 87 und St. George Mivart, Dogs, Jacals, Wolves and Foxes, A monograph of the Canidae. London, 1890.

nur gelegentlich domestiziert. Wäre er vom Menschen als Haustier eingeführt worden, so würde er doch wohl irgendwo in völliger Abhängigkeit vom Menschen angetroffen werden; dies ist nicht der Fall, er muß immer wieder aufs neue jung gezähmt werden. Nach *Lumholtz* „finden die Eingeborenen sie als ganz junge Tiere in hohlen Bäumen und erziehen sie mit grösserer Sorgfalt als ihre Kinder. Der Dingo bildet ein sehr wichtiges Mitglied der Familie, liegt in der Hütte und erhält reichlich Speise, nicht allein Fleisch, sondern auch Früchte. Nie wird er von seinem Herrn geschlagen, dieser droht ihm nur, liebkost ihn wie ein kleines Kind, frißt ihm die Flöhe weg und küßt ihn auf die Schnauze". Nach *Jung* „sind die Eingeborenen sehr gütig gegen ihre Hunde; den jungen Tieren ist die schwarze Frau sehr oft die Amme. Es werden Fälle berichtet, so ein Vater sein neugeborenes Kind erschlug und der Mutter ein paar junge Hunde gab, damit sie für deren verlorene Ernährerin eintrete. Trotz alledem wird der Dingo nie wirklich zahm, sondern sucht oft genug, namentlich in der Paarungszeit, wieder die Freiheit auf".

Wenn es nach alledem kein primitives Freundschaftsband war, welches den Australier mit dem Dingo verknüpfte, so muß etwas anderes vorliegen, wodurch der Konnex erklärt wird. Es ist nach unserem Erachten der Umstand, daß der Vorfahre des Menschen und der Hund gemeinsam über die pliocänen Landbrücken nach Australien gelangten und hier isoliert wurden inmitten einer Welt von Säugetieren, die in ihrer Entwickelung weit unter ihnen stand, nämlich der seit der Sekundärperiode nur einseitig fortgebildeten intellektuell niedrigstehenden Marsupialier. Diesen gegenüber war der Hund das einzige Wesen, welches den bei den Primaten so stark entwickelten sozialen Instinkt befriedigte. Aus der Fürsorge für den Dingo erwuchs dann erst die Erkenntnis seines Nutzens für die Jagd auf die Beuteltiere.

Diese eigenartige Tierwelt, welche in Folge von Konvergenz-Entwickelung sich in ähnliche Typen gegliedert hat, wie die Placentalier, war zur Pliocänzeit noch viel stattlicher vorhanden, als in der Gegenwart. Zu den Kletter- und Flugbeutlern, Springbeutlern, Phascolomyiden, Perameliden und Raubbeutlern der Gegenwart gesellten sich Formen, welche die jetzigen an Größe weit übertrafen. Diprotodon australis erreichte die Größe eines Rhinozeros, Nothotherium stand wenig dagegen zurück. Diese waren Pflanzenfresser, desgl. auch der fälschlich sogenannte Thylacoleo, der dem

Gebiß nach eher an recente Beutelratten (Didelphys) erinnert, als an Carnivoren. Nehmen wir noch hinzu die Monotremen, jene eierlegende problematischen Säugetiere, die fossil durch eine sehr viel größere Echidna (Ramsayi) vertreten sind, als die jetzigen Ameisenigel und Schnabeltier, so erhalten wir eine Tiergesellschaft des Menschen zur Pliocänzeit, welche keinen einzigen wirklich gefährlichen Gegner enthielt. Denn selbst die Raubbeutler sind nicht ernstlich zu fürchten. Die grösseren Dasyuriden, Thylacinus cynocephalus und Sarcophilus ursinus, deren fossile Reste auf Australien sich finden, haben sich nur noch in den wilden Berggegenden Tasmaniens vor dem Menschen retten können[1]). Allgemein nimmt man an, dass die Riesenbeutler ebenfalls von dem Menschen ausgerottet sind.

In einer solchen Umgebung wird es begreiflich, daß eine Primaten-Form, deren Intelligenz schon auf einer verhältnismäßig hohen Stufe stand, sich zum jagenden Urmenschen entwickelte; ja, wir können weiter gehen und behaupten, daß gar kein Teil der Erde in der jüngeren Tertiärzeit auch nur annähernd so günstige Bedingungen für diesen Entwickelungsgang geboten hat. Der Vorfahr des Menschen mußte ja hier geradezu ein Jäger werden, da das Erbeuten der plumpen Beutelbären z. B. ohne jede Mühe, ohne Kampf geschehen konnte. Ein solcher Überfluß an Fleischnahrung machte den Übergang aus dem vorwiegend frugivoren in den omnivoren Habitus des Menschen erklärlich. Die Mannigfaltigkeit des Wildes, die Abstufung seiner Größe, sowie die Kunst seiner Erlegung boten die Möglichkeit einer allmählichen Schulung des Menschen, die uns nachträglich geradezu wie eine Vorbereitung auf den Kampf mit den Placentaliern erscheinen könnte, den der Mensch, als er von Australien aus sich verbreitete, zu bestehen haben sollte.

Diese Überlegungen sind einleuchtend genug, um als Ausgangspunkt einer genauen Prüfung derjenigen Punkte zu dienen, deren Klarstellung für oder gegen die von uns vermutete Bedeutung Australiens sprechen dürfte. Die Probe auf die Richtigkeit unserer Hypothese kann nur dadurch gegeben werden, dass sich die Australier als Rest

[1]) Dasyurus maculatus wurde nach *F. Mc. Coy*, Die Kolonie Victoria in Australien, Melbourne 1861 pag. 178, noch um diese Zeit in den Yarra Bergen angetroffen.

einer uralten Rasse erweisen lassen, deren Wurzel zur übrigen Menschheit und speziell zu den ältesten uns bekannten Spuren des Menschen außerhalb Australiens Beziehungen erkennen läßt. Eine solche rein objektive Prüfung des Thatbestandes hat nun in der That eine derartige Fülle von Aufschlüssen und Bestätigungen ergeben, daß es schwer ist, hier auf beschränktem Raum auch nur das wichtigste Material vorzulegen.

Wenden wir uns zunächst den leider in rapidem Aussterben begriffenen Eingeborenen Australiens zu, um deren körperliche, kulturelle und geistige Eigenart mit der übrigen Menschheit zu vergleichen.

Es fehlen jegliche Zeugnisse für die Annahme einer relativ späten Einwanderung der Australier von einem anderen Kontinent aus. Wenn *Huxley*, dem wir die ersten trefflichen Nachweise für die Eigenart der Australier verdanken, auf die Analogien derselben mit gewissen Hügelstämmen Dekhans und auf Asien als die Urheimat der Australier hinweist, so läßt sich das angeblich stützende Argument gerade in umgekehrtem Sinne besser verwerten. *G. Gerland*, der die Herkunft der Australier unentschieden läßt, sagt ganz offen: „Vor den Europäern kann von fremden Einwanderungen nicht die Rede sein, es ist reine Phantasie, wenn man Polynesier nach Australien gekommen sein läßt.“ Man könnte vielleicht erwarten, daß positive Funde im australischen Boden uns über die körperliche Beschaffenheit der Vorfahren der jetzigen Australier Aufschluß geben, aber leider fehlt es bis jetzt an ausreichenden systematischen Untersuchungen daselbst, obwohl manche Anzeichen uralter Besiedelung zu solchen ermuntern könnten. An vielen Punkten Viktorias finden sich nach *R. B. Smyth*[1] I. 238 Aschenhaufen mit Knochenresten von beträchtlicher Höhe und Ausdehnung, die sehr alt sein müssen. Diese „Mirrnyongs“, wie die Australier sie nennen, werden vielfach als Düngstoff verwendet, ohne wissenschaftlich auch nur beachtet zu sein! — Sollte jemand dieses Negative betreffs menschlicher Fossilreste in Australien gegen unsere Anschauung ins Feld führen, so können wir darin nur eine Mahnung erblicken, da zu suchen, wo bisher so wenig geschehen ist. Die Beschaffenheit der jetzigen Australier verspricht genug Aufschlüsse bezüglich ihrer Vorgeschichte.

Gerade die Schwierigkeiten, welche bisher die Einordnung der Australier in das Rassenschema der Menschheit verursacht hat, deuten

[1]) The aborigines of Victoria, Melbourne-London 1878.

auf die besondere Stellung derselben hin. Trotz der zum Teil so charakteristischen Merkmale im Äußern wie im Skelett giebt es doch keine andere Rasse von solcher Variabilität. Diese aber ist keine regellose, sondern führt zu verschiedenen Ausbildungen des Körpers, die wir völlig von einander getrennt bei den übrigen Rassen außerhalb Australiens wieder finden. Man kann innerhalb der Australier ein helleres straffhaariges und ein dunkleres kraushaariges Element unterscheiden. Die Hautfärbung weist zwischen Bräunlichgelb und Schwarzbraun die mannigfachsten Schattierungen auf.

Alle Beobachter stimmen überein in ihrer Verwunderung über die riesige Variationsbreite, über die „sprunghaften Differenzen" (*Stuart* und *Reichhardt*). „Die Australier variieren ebenso seltsam wie ihr Boden" (*Stokes*). Diese Verschiedenheiten sind viel zu kompliziert, als daß man sie etwa als die Folge beiläufiger Kreuzungen und Vermischungen mit Melanesiern oder anderen Menschenformen hinstellen könnte. Eine solche Annahme würde außerdem eine bestimmte Verteilung der Varietäten in Beziehung zu außer-australischen Regionen verlangen, die nicht besteht.

So sind denn auch die kompetentesten Forscher, u. a. *Ratzel*, *Wallace*, *Semon*, weit von einer solchen Annahme der Mischung der Uraustralier entfernt. *A. R. Wallace* vertritt vielmehr in seinem neuesten Werke[1]) den schon von *Huxley* angedeuteten und allein richtig erscheinenden Standpunkt, daß die Australier uralte Beziehungen besitzen zur europäischen Rasse sowohl als auch zur mongolischen und zur negroiden. Die auffallende Ähnlichkeit mancher Australier mit Europäern ist neuerdings besonders von *Semon* betont worden. In Bezug auf eine seiner Photographien einer Australiergruppe meint er, man könne sie ganz gut für eine Truppe verlumpter Europäer ausgeben. Die offenbaren Ähnlichkeiten sowohl der Europäer als mancher Australier mit den vordravidischen Stämmen Asiens, die primitive Bedeutung der (in manchen Punkten einseitig entwickelten) von *Sarasins* trefflich beschriebenen Weddas steht mit der Auffassung der Australier als eines direkt an die Wurzel der Menschheit anknüpfenden Stammes nicht in Widerspruch.

Wir können die Sonderung der Australier in Varietäten, welche gleichsam die Hauptrassen der Menschheit vorbereiten, mit der Annahme der Einwanderung des Vormenschen in

[1]) Studies, scientifical and social, London 1900.

Australien in Zusammenhang bringen. Die Bodenbeschaffenheit Australiens macht eine frühzeitige Trennung in westliche und östliche Gruppen begreiflich. Das Gebirge des Ostrandes, welches die Feuchtigkeit des Südostpassates größtenteils aufnimmt, hat jedenfalls auch in weit zurückliegender Zeit in das Centrum und den Westen des Kontinents wenig Feuchtigkeit gelangen lassen, so daß im Innern und nach Süden hin ein Verkehr zwischen Süd und Ost außerordentlich erschwert war. Entsprechend dem vielgestaltigen Milieu, das in den verschiedenen Florengebieten zum Ausdruck gelangt, die sich sichelförmig um das Wüsten- und Salzbuschsteppengebiet herumlegen, bildeten sich bald verschiedene Typen der Eingeborenen heraus, die erst später durch die immer mehr notwendig gewordenen Wanderungen und infolge exogamer Ehegebote durcheinander geworfen wurden.

Ob vielleicht die (kulturell primitivsten) und ausgestorbenen Tasmanier das deutlichste Bild der Australier als einer kraushaarigen Rasse geben, können wir nicht entscheiden. Man darf natürlich nicht erwarten, daß die jetzigen Australier unverändert auf dem körperlichen Niveau der gemeinsamen Wurzel aller Menschenvarietäten stehen geblieben sind, so wenig etwa, wie die jetzigen Protozoen den einzelligen entsprechen, aus denen die Metazoen hervorgegangen sind. Auch der Australier hat sich entwickelt, und daher finden wir sein Skelett in Übereinstimmung mit dem Niveau der übrigen Menschheit, aber mit Merkmalen und Variationen, die ganz dem Befunde des Äußern entsprechen. *Hamy* betont die Ähnlichkeit mancher Skelette mit Europäern, anderer mit Nigritiern. Da alle vergleichend osteologischen Bearbeitungen der Menschenvarietäten erst in den Anfängen begriffen sind, so wird die erneute Prüfung der Australier-Skelette von dem neuen Gesichtspunkte aus nötig sein, eine Aufgabe, mit der Prof. *Klaatsch* beschäftigt ist. Nach allem, was wir aus der Litteratur entnehmen können, entsprechen die Befunde der von uns vertretenen Auffassung. Es gilt dies namentlich für den Schädel. Die Längen-Indices variieren so, dass die kraniometrischen Schemata der veralteten anthropologischen Schule keine Förderung erfahren. Die Dachform des Schädels ist ein weit verbreitetes Charakteristikum. Ebenso findet sich sehr oft eine ziemlich starke alveolare Prodentie, welche die Prognathie der Negroiden vorbereitet. Nach der persönlichen Angabe von *Klaatsch* ist die bedeutende Größe der medialen Incisivi für beide Geschlechter auffallend, ein Merkmal, das bei der Mehrzahl der übrigen Menschenvarietäten ein mehr weibliches

Charakteristikum darstellt. Nach *Klaatsch*s bisherigen Beobachtungen entbehrt der Kinnwinkel, wie es scheint, in der Regel des Vorsprungs und stimmt darin mit dem Befunde der stumpf- oder rechtwinkeligen Unterkiefer der ältesten Menschenskelette überein, welche wir in Europa finden, der von *Spy, La Naulette, Malarnaud* etc. Dies ist nicht die einzige Beziehung des Australier-Schädels zu dem *Spy-Neanderthal*-Typus, wie er durch die Arbeiten von *Schwalbe* und *Klaatsch* jetzt als bekannt gewordener ältester der europäischen Menschheit (im Paläolithikum) als gesichert erscheint. Die mächtigen Tori supraorbitales des Neanderthaler Schädels kehren in abgeschwächter Form sehr allgemein und in einer Gruppe der Australier besonders häufig wieder, welche *Topinard* nach den Tasmaniern bezeichnet. Andere Punkte, wie die Kleinheit der Hand der Australier, die wir auch an paläolithischen Skeletten, z. B. an den im Lyoner Museum befindlichen von *Solutré* beobachten, sowie die anfänglich australische Nase des Europäer-Kindes (cf. *Ranke*, Der Mensch, II, 51) wollen wir hier nur beiläufig erwähnen, sie erfordern eine eingehende Besprechung an anderer Stelle.

In körperlicher Hinsicht finden wir keinen Punkt, der gegen, aber mehrere, welche sehr deutlich für die Richtigkeit der Vermutung sprechen, daß der Mensch von Australien aus seine Verbreitung über die Erde in einer weit zurückliegenden Zeit genommen hat. Die hierdurch postulierten Beziehungen des paläolitischen Menschen zum Australier treten in noch viel deutlicherer Weise hervor, wenn wir die kulturelle Seite des Problems ins Auge fassen. Wir sind in diesem Gebiete auf Zusammenhänge aufmerksam geworden, welche unseres Erachtens sehr eindringlich für die Richtigkeit der hier dargelegten Anschauung sprechen. Wir sehen die Australier und die Paläolithiker Europas im Besitze zweier Jagdgeräte, welche so spezifisch sind, daß man nur schwer eine Erfindung derselben unabhängig an verschiedenen Punkten der Erde annehmen kann; es sind der Bumerang und der Wurfstock.

Der Bumerang (der Name mißverständlich aus Woomera, dem Ausdruck für Wurfstock bei manchen australischen Stämmen entstanden) oder die Kehrwiederkeule stellt nach *Jaehns* ein seitlich abgeflachtes, in der Mitte knieartig stumpfwinkelig eingebogenes, einem Joch- oder Krummbügel ähnliches Werkzeug dar, das man auch als flachen Haken bezeichnen könnte und das etwa 50 cm lang und 5 cm breit, aus schwerem Hartholz hergestellt ist. Der auswärts gebogene Rand samt der einen Seite ist flach gehalten, während die andere

Seite sich wölbt und zuweilen bedeutend erweitert. Diese Keule wird so geworfen, daß sie in der Ebene ihrer Fläche, wie auf der Luft schwimmend, um sich wirbelt, wobei der Schwerpunkt möglichst weit außerhalb der Drehungsachse liegen muß. Man wirft und trifft damit auf Entfernungen über 100 Fuß. Infolge der Wirbelbewegung um die Flächenachse kehrt das Geschoß, wenn seine Vorwärtsbewegung durch Luftwiderstand gehemmt und kein Ziel getroffen ist, nach dem Gesetz der Schraube in die alte Bahn und zum Schützen zurück. Wir haben es hier mit einer uralten Waffe der Menschheit zu thun, die älter als Pfeil und Bogen von diesen allmählich verdrängt wurde. Daß aber vordem der Bumerang ein allgemeines Gut der Menschheit war, dafür haben wir prähistorische und historische Beweise. Aus dem Paläolithicum Frankreichs und zwar aus der Epoque magdalénienne stammen zwei aus Rengeweih geschnitzte bisher noch nicht gedeutete Gegenstände, welche von *Girod* und *Massénat* bei Laugerie-Basse in der Dordogne ausgegraben wurden. Dieselben gleichen in ihrer Form vollständig den australischen Bumerangs (s. Fig. 7 u. 9), doch sind sie so klein, daß sie wohl mehr als Spielzeug, als zu praktischem Zweck gebraucht wurden. Auf einem von *Lartet* und *Christy* (Reliquiae Aquitanicae, London, 1875, B. IX, 3) abgebildeten Beingerät von der Dordogne ist ein Ornament von unterbrochenen Bogenstücken zu sehen, die auffallend an den Bumerang erinnern.

Nach *Jaehns* zeigen assyrische Denkmale den Bumerang, desgl. ägyptische Bildwerke, wo ganze Scharen von Kriegern damit ausgerüstet sind. Dem Bumerang ähnliche Instrumente sind von Neuseeland, den Hebriden, Neucaledonien, Fidschi-Inseln u. s. w. bekannt. Die Australier sind also allein im Besitz eines primitiven Werkzeuges geblieben, das früher weit verbreitet war und haben es in seiner Eigenart zu verschiedenen Formen ausgebildet.

Zu demselben Resultat gelangen wir bezüglich des Wurfstocks, vermittelst dessen die Eingeborenen dem Speere eine bedeutende Durchschlagskraft zu geben vermögen. Der Werfende faßt den Speer mit ausgestreckter Linken möglichst nahe an der Spitze, die Finger nach oben gerichtet. Mit der Rechten bringt er den 50—75 cm langen Wurfstock und zwar das mit einem kleinen Haken (Känguruhzahn) versehene eine Ende an den leicht ausgehöhlten Speerfuß und schleudert damit, während die Linke den Speer losläßt, die Lanze zum

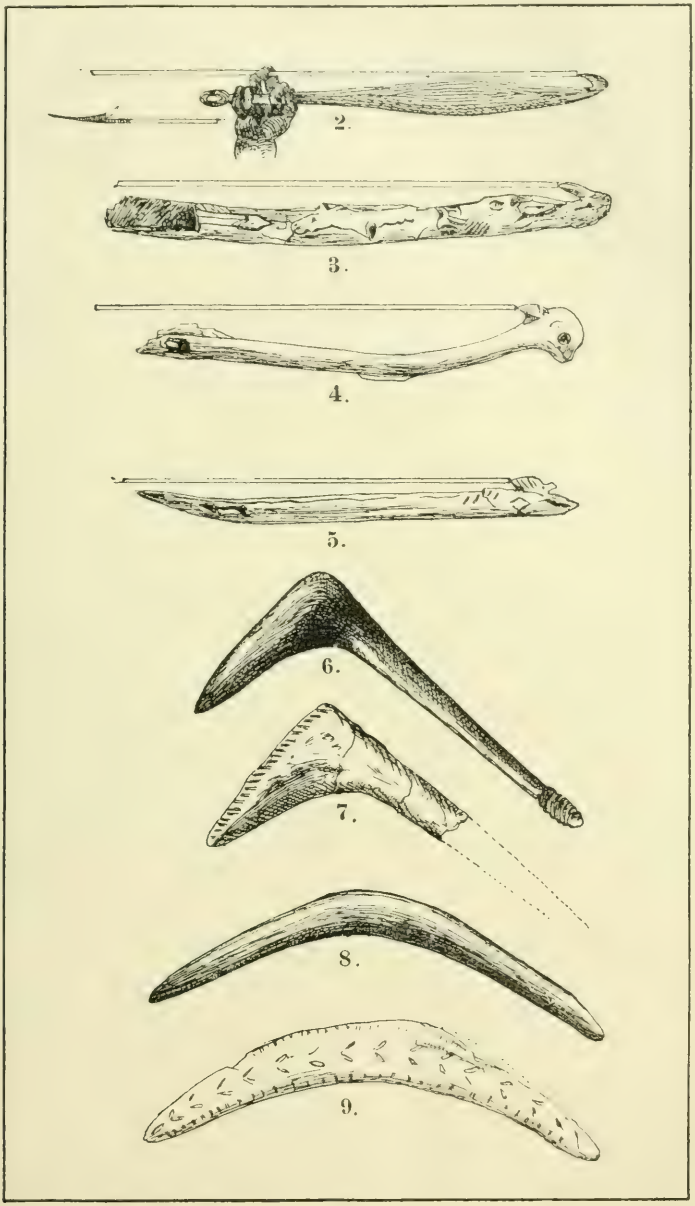


Fig. 2. Wurfstock der Australier nach *Ph. P. King*. Fig. 3—5. Paläolithische Wurfstöcke. [3 (258) von *Laugerie-Basse*; 4 (285) von *Gourdan*; 5 (200) von *Mas-d'Azil*.] Fig. 6 u. 8. Australische Bumerang nach *Ratzel*. Fig. 7 u. 9. Paläolithische Bumerang von *Laugerie-Basse* [7 (82) u. 9 (106)].

Die in runden Klammern beigefügten Zahlen bezeichnen die Größe in Millimeter.

Ziel. *(Jachns.)* Nach *Waitz-Gerland* ist diese Waffe fast über den ganzen Kontinent verbreitet. Nehmen wir die Entstehung derselben in Australien an, so würde uns der Weg der Verbreitung derselben längs der Ostküste Asiens nach Nord- und Südamerika führen, denn sie ist angetroffen worden auf Neu-Guinea, den Palau-Inseln und Marianen, Sachalin, auf den Aleuten, bei den Eskimos und den Indianern von Ecuador; zur Zeit der Entdeckung Amerikas war sie nach *Jachns* in einem Erdabschnitte von 60 Längengraden von Mexiko bis zum Schingustrome in Brasilien im allgemeinen Gebrauch. Wie aber steht es mit der anderen Richtung der Ausstrahlung der Menschheit über Hinterindien nach Westen? Auch für diesen Zweig haben wir den Beweis der Benutzung des Wurfstockes und zwar aus dem Palaeolithicum. Nachdem *A. de Mortillet* bereits 1891 einen mit Skulptur versehenen Wurfstock aus Rengeweih von Laugerie-Basse richtig gedeutet hatte (wir geben eine Abbildung davon in Fig. 3 nach *Lartet* und *Christy* B. XIX und XX, 1), ist es uns gelungen, das Gerät auch in dem im Erscheinen begriffenen Werke von *Ed. Piette*, L'art pendant l'âge du renne, in zwei vollständig erhaltenen Exemplaren ebenfalls aus Rengeweih, nachzuweisen. Es sind dies unsere Fig. 4 (*Piette* VIII, 1) und Fig. 5 (*Piette* LI, 2). Auch der mit einem Haken versehene Gegenstand aus Rengeweih von *Mas d'Azil* (*Piette* XXX, 2) dürfte hierher gehören, sowie das bei *Girod* und *Massénat* XXVI. 2 abgebildete Fragment von *Laugerie-Basse*, das in Übereinstimmung mit unserer Fig. 5 als unteres Ende eines Wurfstockes aufzufassen ist. Man beachte übrigens die höchst originelle Art, mit der bei Fig. 4 und 5 der Haken des Wurfstockes motiviert ist; im ersteren Falle bildet er den Zopf eines phantastischen Wesens, im letzteren die Flosse eines fischartigen Geschöpfes. Auch diese Stücke mögen mehr als Spielerei gedient haben, während die größeren, wie bei den Australiern, aus Holz gefertigt wurden. Die Bedeutung dieser offenbar uralten Beziehungen der Paläolithiker zu Australien wird erst durch die schon erwähnte negative Thatsache in das rechte Licht gesetzt, daß Pfeil und Bogen nicht nach Australien gedrungen sind und daß dieselben in anderen Ländern verhältnismäßig spät die primitiven Jagdgeräte der älteren Steinzeit verdrängt haben. Für das Fehlen von Pfeil und Bogen kann man hier keineswegs, wie auf manchen polynesischen Inseln, den Mangel an jagdbarem Wild verantwortlich machen, es bleibt vielmehr nur die eine Deutung: Der von Australien sich verbreitende Mensch kannte

Pfeil und Bogen noch nicht[1]); als dann diese Erfindung in einer anderen Zone gemacht wurde, blieb die Urheimat des Menschen davon unberührt. Gleich bedeutungsvoll ist die Thatsache, daß die Tasmanier weder Wurfstock noch Bumerang kannten; sie hatten sich offenbar vor der Erfindung desselben bereits von den Uraustraliern getrennt, wie sie denn auch die primitivsten Merkmale des Körpers haben. Nur die überaus günstigen Bedingungen der leichtesten Jagderbeutung auf Tasmanien lassen es begreiflich erscheinen, daß dieser Rest menschlichen Urstammes sich auf solch niedriger Kulturstufe bis zur Ankunft der Weißen erhalten konnte.

Zu diesen Momenten, die uns zur Überzeugung von der Ursprünglichkeit der australischen Kultur drängen, gesellen sich noch andere. Der Australier lebte vor dem Eindringen der europäischen Kultur in der Steinzeit und zwar nicht im Neolithicum, sondern im Palaeolithicum. Die Kunst, die Steinwerkzeuge regelrecht durch Schleifen herzustellen, ist nicht zu ihm gedrungen[2]), trotzdem dieselbe die Inseln des malayischen Archipels erreichte, wie zahlreiche dort aufgefundene prähistorische Steingeräte beweisen, die den neolithischen Typen Europas außerordentlich gleichen. Die Steininstrumente der Australier sind noch heute der rohesten Art und entsprechen insbesondere ihre Silexgeräte sowie auch diejenigen der Tasmanier z. T. noch den ältesten paläolithischen, die, wie man annimmt, mit der bloßen Hand geführt wurden (*R. B. Smyth* II, 358 und 404). Ebensowenig ist die Kunst der Töpferei zum Australier gelangt, die wir bei uns mit dem Neolithicum auftreten sehen.

Als sehr primitive Werkzeuge treffen wir beim Australier an den Klangstock, Hölzer, die gegen die Brust gestemmt und mit anderen geschlagen werden; — sie verursachen die den berühmten Korrobori-Tanz begleitende Musik, ferner den Grabstock, mit dem die Frauen die Wurzeln aus der Erde graben; er findet sich bei Buschmännern und Weddas wieder. Flache Klopfsteine erinnern an die entsprechenden häufigen Funde in steinzeitlichen Niederlassungen.

Auch hinsichtlich der Bauweise läßt sich die ganze Ent-

---

[1]) Selbst die primitiven Weddas haben Pfeil und Bogen und erheben sich darin über die Australier.

[2]) Den aufgelesenen oder zugeschlagenen Steinen wird höchstens durch Reiben eine schärfere Kante verliehen.

wickelung derselben, wie *Frobenius* gezeigt hat, von den ersten Anfängen in Australien verfolgen. Der aus Zweigen, Rinde, Erdbeschüttung hergestellte Wetterschirm befindet sich neben der daraus entstandenen Kegelhütte, dem Kegel, der Halbtonne und dem Giebeldach.

Schiffbau und Fischerei verraten sehr primitive und paläolithische Merkmale. Rindenstücke, trogartig aufgebogen und mit Querhölzern auseinandergesperrt, sind die ersten Boote gewesen, die nur von guten Schwimmern benutzt werden konnten, als welche die Australier wie die meisten Naturvölker bekannt sind. Die australischen Harpunen mit ablösbarer Spitze erinnern ungemein an die in den paläolithischen Niederlassungen der Époque magdaléniene aufgefundenen, wie sie ja noch bei den Polarvölkern anzutreffen sind. Möglich, daß der Fang der oft über 150 kg schweren Meeresschildkröten dem Australier die Veranlassung zur Erfindung dieses Instrumentes gab, ohne welches diesen Tieren nicht beizukommen ist, wenn Netze fehlen.

Für die Erfindung der Feuer-Erzeugung, wovon noch die einfachsten Formen in Australien zu beobachten sind, bot dieser Kontinent so günstige Bedingungen, wie wenig andere Länder der Erde. Man vergegenwärtige sich die entsetzliche Dürre in einigen Gegenden. Auf Grund der Massenerfahrung, daß sich beim Bearbeiten von Werkzeugen rauchender Staub ablöst (K. v. d. Steinen), erfand man hier verhältnismäßig leicht Methoden, dem völlig ausgedörrten Holz Feuer zu entlocken. Auch sind Blitzschläge so außerordentlich häufig, und im Gefolge derselben Grasbrände, die auf weiter Fläche angebratene Tiercadaver hinterlassen, daß der Gedanke, selbst Feuer zu erzeugen, um mit Hilfe desselben die Jagd auszuüben oder doch das Fleisch des erlegten Wildes schmackhafter zu machen, leicht entstehen konnte.

Als Beweis für die Primitivität der Australier müssen ferner gewisse Erscheinungen ihres Sexuallebens gelten. *Ploss* betont, daß die Konzentrierung der Geschlechtsthätigkeit auf eine bestimmte Jahreszeit beim Australier noch an den tierischen Zustand erinnert; auf der anderen Seite finden wir in Australien sexuelle Einrichtungen, die eine große Verbreitung über die Erde gefunden haben. Die Beschneidung des männlichen Gliedes ist eine Gewohnheit, welche nach *R. Andree* etwa 200 Millionen Menschen eigen ist. Weite Gebiete Afrikas, ein Teil der Balkanhalbinsel, Kleinasien, Iran, Turan, ein Teil Indiens, gewisse Punkte Melanesiens und selbst einzelne Ge-

biete Amerikas zeigen diese Sitte, deren Bedeutung ebenso wie die Ausführung verschiedenen Möglichkeiten entspricht. Außer der einfachen Circumsio und partiellen Entfernungen des Präputiums finden sich bei den Australiern weitgehende Verstümmelungen des Gliedes, namentlich Spaltung der Harnröhre von unten her. Der Sinn solcher Operation ist Behinderung der Conception. Wie alt diese Manipulationen sein müssen, geht aus dem bei Girod und Massénat Taf. I, 3 abgebildeten Funde hervor, einen aus Rengeweih geschnitzten Doppelphallus mit eigentümlichen Einschnitten darstellend, aus Laugerie-Basse. Der Paläolithiker der Dordogne, welcher diese Skulptur fertigte, muß entsprechende Vorbilder besessen haben. Es ergiebt sich hier also wieder ein Anklang paläolithischer Zeugnisse an die Zustände der jetzigen Naturmenschen, speziell der Australier. Daß zu diesen die auf ihrem Kontinent verbreitete Beschneidung resp. Verstümmelung „Mika-Operation" (mit einem Steinmesser von dem Moustérien-Typus) von außen gebracht worden sei, ist bei den Beweisen für ihre Abgeschlossenheit schwer zu begreifen, andererseits ist es auch nicht gerade wahrscheinlich, daß diese Sitten resp. Unsitten mehrererseits unabhängig von einander an verschiedenen Punkten erfunden sein sollten. Das nomadisierende Leben des Beutelt ier-Jägers machte eine Beschränkung der Kinderzahl notwendig; so mag die Not an Stelle des Kindesmordes dies Präventivmittel gelehrt haben, das dann anderswo in abgeschwächter Form ohne den ursprünglichen Sinn fortbestand. Bekanntlich blieb z. B. bei den Juden für diese Handlung das Stein-Instrument lange im Gebrauch, worin ein Beweis für das hohe Alter derselben erblickt werden darf.

Die Parallele zwischen den Paläolithikern Südfrankreichs und den jetzigen Australiern gewinnt an Anschaulichkeit durch den Hinweis der beiden gemeinsamen Fähigkeit lebenswahrer Zeichnungen von Jagdereignissen, Tieren und Menschen. Die von *Smyth* u. a. veröffentlichten Felsen- und Rindenzeichnungen der Australier reihen sich z. T. (in ihrer Natürlichkeit der Beobachtung und Sicherheit der Strichführung) den neuerdings von *F. Daleau* bei Marcamps in der Gironde entdeckten Tierzeichnungen aus der Époche solutréenne und den sonst zahlreich aus der Époque magdalénienne bekannt gewordenen an.

Bereits *R. Virchow* (Zeitschr. für Ethnologie 1882, 34) machte auf die Analogie zwischen der Form australischer Botenstäbe und falzbeinartiger Geräte der Palaeolithiker am Bodensee aufmerksam. Inzwischen sind durch Girod und Massénat Taf. VI

Fig. 2—9 und 14 derartige Gegenstände aus Knochen von Laugerie-Basse (Dordogne) bekannt geworden, die eigenartige Ritzzeichnungen aufweisen, welche in ihrem ganzen Charakter und auch in einzelnen Figuren (aneinandergelegte Rhomben, längere Streifen, bogen- oder blattförmige Gebilde) an die Gravierungen auf den australischen Botenstäben erinnern. Durch *P.* und *F. Sarasin* ist bekannt geworden, daß auch die Weddas früher eine solche Art der Korrespondenz-Vermittelung zwischen verschiedenen Stämmen besessen haben müssen. Es scheint also hier ein uralter Brauch vorzuliegen, der sich allein bei den Australiern in seiner Ursprünglichkeit erhalten hat und, wie wir anzunehmen geneigt sind, von dort aus auf die übrige Menschheit überging.

Das Zählvermögen der Australier steht bekanntlich auf sehr niederer Stufe. Es reicht nur bis 5 und was darüber ist, wird als Menge bezeichnet. Der Australier kann bei größeren Zahlen eines Kerbholzes nicht entbehren, um z. B. ein jedes Beutestück durch einen Strich zu identificieren. Wir werden hierbei unwillkürlich an die mit regelmässigen Strichen versehenen Rengeweihstücke aus dem Paläolithikum erinnert, z. B. an jene von Schussenried, welche *O. Fraas* direkt als Kerbholz, als eine Art Notizbuch, ansprach.

Als eine notwendige Konsequenz der eigentümlichen Wechselbeziehungen, in welche Mensch und Hund zu einander in Australien durch die besondern Umstände gebracht wurden, erscheint es, daß auch der außerhalb Australiens sich verbreitende Mensch zu dem primitiven Carnivorengeschlechte der Caniden in einem besonderen Verhältnis blieb. Unsere Auffassung von der Bedeutung Australiens für den Menschen giebt uns den bisher niemals auch nur gesuchten Schlüssel für das Verständnis der Faktoren, welche Hund und Mensch so eng aneinander schlossen. Für die weitere Entwickelung dieser Beziehung ausserhalb Australiens sind wir nicht notwendigerweise an die Annahme gebunden, daß der australische Jäger den ungefügen Dingo nach Asien mitgenommen habe; es genügt der aus der Heimat übernommene Antrieb, junge Caniden zu züchten und ihre Zähmung zu versuchen; Gegenstand dieses Versuches mögen verschiedene Species gewesen sein, die der Mensch in den neuen Gebieten seiner Jagd und Eroberung vorfand. In diesen, im Kampfe mit einer gewaltigen Tierwelt, waren aber der Jäger und sein Begleiter in einer ganz anderen Weise auf einander angewiesen, als in der Beuteltier-Umgebung; so mag sich die viel stärkere Anpassung des Hundes an den Menschen, als durch die Not

geboten, erklären. Auch dies setzt eine lange und mühsame Entwickelung voraus, und es ist daher nicht zu verwundern, daß wir den Paläolithiker Europas noch nicht in einer gesicherten Herrschaft über den Hund antreffen. Wenigstens haben wir bisher keine ganz unzweifelhaften diluvialen Reste paläolithischer Hunde, die uns denselben als treuen Begleiter des Menschen zeigten. Dies ist erst in den nordischen Muschelhaufen (Kjökkenmöddinge) und im Neolithikum des übrigen Europa der Fall. Allerdings sind nach *G.* und *A. de Mortillet* in paläolithischen Niederlassungen Frankreichs Hundeknochen gefunden, die sich Canis familiaris nähern. Auch fehlt es nicht an Versuchen, von diluvialen Caniden einige unserer Hunderassen abzuleiten, so vom diluvialen Canis Mikii Woldrich den prähistorischen C. palustris Rütim und Canis fam. ladogensis Anutschin, von diesen wiederum unsere Wachtelhunde, vielleicht auch den „verwilderten" Hund Syriens, den Cane bracco Italiens, sowie die nordsibirischen und nordwestamerikanischen Haushunde. Vom diluvialen Canis intermedius Woldr. leitet Woldrich den Schäferhund, vom diluvialen Lupus Suessii (Woldrich) doggenartige Rassen ab. Die Einzelheiten dieser noch z. T. problenatischen Beziehungen sind hier weniger wichtig, als das Resultat, daß diese nordischen Hunde mit dem Dingo in keinen direkten Zusammenhang gebracht werden können. Dies ist hingegen für manche südliche Hunde sehr wohl möglich. Wie uns Herr Prof. *Studer* gütigst mitteilt, hält er den Dingo für „eine primitive Form des Pariahundes", der seinerseits „die Stammform der verschiedenen südlichen Hunderassen darstellt". Als Ausbreitungsregion der letzteren giebt *Studer* an: Australien, Sunda-Inseln, Süd-Asien und Afrika — also die Gebiete, welche nach unserer Auffassung den nächsten Verbreitungsbezirk des Menschen von Australien darstellten.

Der Gedanke, zur Erklärung gewisser uralter Einrichtungen und Besitztümer des Menschen ein spezifisch australisches Milieu heranzuziehen, hat sich uns beim weiteren Fortschreiten auf dem einmal eingeschlagenen Wege immer aufs Neue als fruchtbar erwiesen, — ja es haben sich hierbei von dem neuen Standpunkte aus wieder neue Perspektiven eröffnet, die hier nur angedeutet werden können.

Einer dieser Punkte betrifft das Tragen der Kinder in einem Fell-Beutel, wie es in Australien geübt wird. *R. B. Smyth* berichtet uns darüber, daß die Frauen Viktorias stets bei der Arbeit die Kleinen auf dem Rücken tragen in einem Sack, der aus der Haut des Beuteltieres hergestellt ist. Vergegenwärtigen wir uns, daß der

Uraustralier seine Kleidung aus den Fellen der erlegten Tiere gewann, wie es der Paläolithiker that, so verstehen wir, daß beim Ausnehmen größerer Marsupialier die Aufmerksamkeit sich auf den Einschluß der Jungen im Beutel der Bauchhaut lenken und die Frauen auf den Gedanken bringen mußte, ihrerseits die Kinder ebenso zu tragen. Es konnte sogar unmittelbar der ausgeschnittene recht geräumige Beutel eines Känguruhs dazu verwertet werden. Dieser erste „Tragsack" legte den Grund zum Begriff persönlichen Eigentums. Seine Verwendung zur Aufnahme der aufgefundenen und auf den Wanderungen nötigen Utensilien (*Weitz-Gerland* VI. 140), als Klopfstein, scharfe Muschelschalen, Steinmesser, Lanzenspitzen und Material dazu, Känguruhsehnen und Nadeln aus Känguruhknochen — Wurzeln, eine Art Schwamm, Fett, etwas Schmuck, roter Thon zum Anmalen u. s. w. — war eine notwendige Konsequenz, und wenn auch später aus jedem beliebigen Stück Fell der Behälter aller beweglichen Habe hergestellt wurde — die indirekte, ideelle Anknüpfung an das Marsupium blieb bestehen. Es liegt ferner nahe, anzunehmen, daß letzteres auch zur Mitführung von Flüssigkeiten verwendet und zur Ausgangsform des Trinkschlauches wurde, den *Eyre* bei Australiern beschreibt und der weithin in die historische Zeit bei Kulturvölkern eine sehr allgemeine Verbreitung besaß.

Vielleicht ist die Methode des Tragsacks nicht ohne Einfluß auf die Körperbeschaffenheit des Kindes geblieben, indem dadurch die Enthaarung manchen Körperteils begünstigt wurde, dessen Haarverlust durch das Prinzip der sexuellen Zuchtwahl ganz unerklärt bleibt: wir meinen den der Beutelwandung angepressten Rücken.

Nach den bisher geltenden Anschauungen, wie sie *Darwin* begründet hat, müßte die Enthaarung vom Bauch ausgegangen sein; wie aber der Rücken zu diesem Schicksal kam, war unverständlich Wir werden hiermit auf die Frage der Ausprägung der eigentlich menschlichen Körpermerkmale geführt, als deren wichtigste der völlig aufrechte Gang und der Besitz der „großen" Zehe erscheinen. Vermag unsere hier vorgelegte Anschauungsweise etwas zur Erklärung derselben beizutragen? Wir sind der Prüfung dieser Frage gemeinsam mit Prof. *Klaatsch* näher getreten und letzterer ist geneigt, den eigenartigen Bewegungs-Gewohnheiten, mit deren Verbreitung bei Australiern und anderen Naturvölkern wir ihn bekannt machten, eine nicht geringe Bedeutung für die Erklärung der Besonderheit des menschlichen Körpers gegenüber derjenigen bei den anderen Primaten beizumessen.

Die jetzigen Australier haben noch in sehr ausgedehnter Weise die Gewohnheit, hochstämmige Baumstämme zu erklettern. Die Gründe hierfür sind für die Gegenwart einleuchtend und sind es für frühere Zeiten in noch viel höherem Maße. Die hohen Bäume Australiens, worunter die Eucalypten namentlich im Westen und Süden eine hervorragende Stelle einnehmen, sind der Aufenthalt baumlebender Beuteltiere, der Phalangista, Phascolarctus, Petaurista u. s. w. Diese konnten ohne Schwierigkeit getötet werden, wenn die Höhe erreicht war; ferner kommen als Beute Vogelnester und ganz besonders der Honig in Betracht. Die Stachellosigkeit der australischen Biene begünstigt die in der Ökonomie der Australier ebenso wie in derjenigen anderer Naturvölker (z. B. Weddas) und auch alter Kulturvölker eine sehr grosse Rolle spielende Honig-Nahrung. Wir meinen, daß die übrigen Menschen weniger leicht sich in den Kampf mit den stechlustigen Bienen gewagt hätten, wenn ihre Vorfahren nicht den Brauch unter günstigeren Bedingungen sich erworben hätten. Der Honig ist für die Australier ein wichtiger Teil der Nahrung, sie vertilgen ihn nach *Lumholtz* in „enormen" Quantitäten. „Das Wachs wird sowohl als Bindemittel bei Anfertigung verschiedener Gerätschaften, wie auch als Pomade für ihren Haarputz bei Festlichkeiten benutzt."

Die Methode des Kletterns ist Verschiedenheiten und Vervollkommnungen unterworfen, wobei Hilfswerkzeuge in Verwendung kommen. Im einfachsten Falle, bei wenig umfangreichen Bäumen, schlingt der Eingeborene die Hände um den Stamm, schiebt die Füße unter den Bauch, sie gegen den Baum anstemmend und hüpft ruckweise, die gefalteten Hände jedesmal höher werfend, wie ein Laubfrosch empor. Ist der Baum sehr dick, so wird aus Zweigen oder aus einem Stück der australischen Rohrpalme (Calamus australis) eine Art von Seil oder Peitsche gefertigt, welches 5—6 Meter lang, als „Kamin" bezeichnet wird (Fig. 10[1]). „Auf dem einen Ende wird ein Knoten geschlagen, das andere bleibt frei" (*Lumholtz*). Indem die Linke den Knoten faßt, wird der Kamin um den mächtigen Stamm geworfen und die Rechte ergreift das freie Ende. „Der rechte Fuß wird gegen den Baum gestemmt, die Arme werden vorwärts gestreckt, der Körper biegt sich nach hinten, damit er nicht unmittelbar den Baum berührt und nun

[1]) Dieselbe ist mit gütiger Erlaubnis der Richter'schen Verlagsbuchhandlung dem Werke von *K. Lumholtz*, Unter Menschenfressern, Eine vierjährige Reise in Australien, Hamburg 1892, entnommen.

Fig. 10. Australier einen Baum erklimmend (nach *Lumholtz*).

beginnt der Aufstieg". Der Kamin wird ruckweise in die Höhe geschleudert. Ebenso geschieht der Abstieg leicht. Als Unterstützung beim Erklettern besonders großer und glattrindiger Baumstämme dienen Stein-Instrumente. Mit ihnen werden — indem der Kamin einstweilen am rechten Schenkel befestigt wird — Kerben oder besser Stufen in die Rinde geschlagen, in welche die große Zehe eingesetzt wird (*Smyth* I, 150). Hierdurch sowohl als auch beim einfachen Klettern wird der Fuß in einer ganz besonderen Weise in Anspruch genommen. Nach der Ansicht von Prof. *Klaatsch* kann dieser Kletter-Mechanismus, der von dem aller anderen Primaten, speziell der Anthropoiden abweicht, zur Erklärung der charakteristischen Gestaltung des Menschenfußes beigetragen haben. Die mächtige Entfaltung der ersten Zehe auf Kosten ihrer Oppositionsfähigkeit und die Ausbildung des Fußgewölbes kann weder durch die Bewegungsweise eines der Anthropoiden noch durch den „aufrechten Gang" erklärt werden. Letzterer als solcher hätte mittlere oder die mittelste Zehe erstarken lassen, aber nicht die innerste, die übrigens bei allen Affen eine Tendenz zur Verkürzung zeigt. Hingegen wird die Gestaltung des Fußes zu einer Art von Saugnapf mit kräftigstem inneren Druck- und Abrollungspunkt durch das Klettern auf hohe und glatte Baumstämme (auch bereits ohne Kamin und Steinbeil) verständlich. Dabei ist zu bemerken, daß Männer, Weiber und Kinder gleichmäßig diese Bewegungen ausführten, deren beständige, über weite Zeiträume sich erstreckende Ausübung nicht ohne Einfluß auf den Vorfahren des Menschen geblieben sein kann[1]).

Die weitere Ausführung dieser Überlegungen, die erst in Verbindung mit anderen Thatsachen der vergleichenden Anatomie, Embryologie und der Betrachtung fossiler Menschenreste ihre volle Bedeutung — auch für die Gestaltung des menschlichen Rumpfes, der Richtung der Wirbelsäule, Kopfhaltung u. s. w. erlangen, müssen wir Prof. *Klaatsch* überlassen. Hingegen wollen wir eine Konsequenz aus unseren Betrachtungen schon hier ziehen, welche für die Deutung der ältesten bekannten Feuerstein-Instrumente von Wichtigkeit ist. Es sind dies jene mandelförmigen roh behauenen „Feuerstein-Dolche", welche in der Regel ein spitzes und ein abgerundetes Ende und zwei zugeschärfte Kanten zeigen. Die jetzt allgemein gültige Auffassung

[1]) Schon *Abel Tasman* fielen bei dem Besuch der nach ihm benannten Insel (1642) die zahlreichen in die Baumstämme gehauenen Stufen auf. Es ist wahrscheinlich, dafs diese einer Leiter gleich zum Auf- und Abstieg dienten, so oft man dies für wünschenswert hielt.

der Chelléen-Beile, welche den Typus der Epoque chelléenne, der ältesten Kulturperiode des Paläolithikum, darstellen, ist die von *de Mortillet* vertretene, wonach es sich um Universal-Instrumente primitiver Art handelt. Wenn wir auch die vielseitige Benutzung derselben als Messer, Säge, Dolch, Schaber u. s. w. nicht in Abrede stellen wollen, so glauben wir doch, daß daneben eine speziellere Aufgabe ihnen zukam, aus welcher sich ihre weite Verbreitung in der ältesten paläolithischen Epoche und ihr Verschwinden in der folgenden erklärt. Die Chelléen-Beile erinnern in mancher Hinsicht an die von den Australiern zu Kletterzwecken benutzten Steinstücke. Wie letztere, verschieden an Größe zum Teil mit der Hand geführt (*Smyth* II, 404), zum Teil in einen Stiel gefaßt werden, so ist es auch für die paläolithischen Silexwerkzeuge wahrscheinlich, daß sie teils mit, teils ohne Stiel zur Verwendung kamen[1]). Die gestielten Steinmesser bezw. Beile werden von den Australiern beim Erklimmen der Baumstämme zum Verankern mit der Hand benutzt; ähnlich können sehr wohl die entsprechenden kleineren Chelléen-Beile gebraucht worden sein, während die größeren in vorzüglichster Weise geeignet erscheinen, um einen dem inneren Fußrand entsprechenden Einschnitt in die Rinde zu sägen, nachdem mit der Spitze zuvor ein Loch an der betreffenden Stelle angebracht worden war. Form und Größe vieler solcher Steinbeile aus dem französischen Paläolithikum erinnern im Umriß und in den Dimensionen an den menschlichen Fuß. Das Verschwinden des Instrumentes ist mit der Änderung des Klimas in Beziehung zu bringen; es trat an Bedeutung zurück mit der Reduktion und dem lokalen völligen Schwund[2]) der reichen Vegetation der Präglacial- und ersten Interglacial-Perioden.

Wir setzen voraus, daß der Mensch bei seiner Verbreitung über die Erde die Klettergewohnheit zunächst beibehielt und daß dieselbe eine weitgehende ökonomische Bedeutung sich bewahrte, noch mehr

[1]) In dieser Hinsicht scheinen uns die durch Harzklumpen, welche über Feuer weich gemacht werden, und Holz hergestellten Griffe und Stiele der Steininstrumente der Australier geradezu den Schlüssel zu bieten für die uns bisher so unklar gebliebene Handhabung der paläolithischen Feuersteingeräte. Ein Blick auf das bei *Lumholtz*, Fig. 22, abgebildete Flintsteinmesser dürfte zur Erklärung des Gesagten genügen.

[2]) Dieser verursachte nach *G. Brandes* wahrscheinlich auch die für die Existenz der Art schließlich verhängnisvolle starke Krümmung der Stoßzähne des Mammut, dessen Vorgänger in wärmeren Perioden noch reichlich Gelegenheit hatten, beim Abbrechen der Zweige des Urwaldes die Schneidezähne abzunutzen.

vielleicht, daß sie an Bedeutung in neuer Hinsicht gewann. Nicht nur für die Honiggewinnung und für die Jagd auf Baumtiere (Vögel und Inhalt der Nester, in Südindien und auf den Sunda-Inseln: der Binturong, in Asien, Europa, Amerika: Affen, Sciuriden u. s. w.), sondern auch als Zufluchtsort konnte der Aufenthalt auf Bäumen viel wichtiger werden, als in der friedlicheren Urheimat. In diesem unserem Sinne spricht die weite Verbreitung der Klettergewohnheit über Gebiete Asiens, Amerikas, Afrikas, zum Teil mit ähnlichen Vorrichtungen wie bei den Australiern. Wir können auch darauf hinweisen, wie sehr der Kletterinstinkt noch bei den europäischen Kindern in ähnlicher Weise Vorfahrenmerkmale wiederholt, wie es mit den Gesichtszügen der Fall ist.

Andererseits kommt die weite Verbreituug des Chelléen-Beiles in Betracht, für das sich fast überall, wo Nachgrabungen angestellt werden, in Asien (z. B. Kambodja, Japan, Vorderindien), Afrika (Nilthal, Somaliland, mittelländische Küste), Europa (außer Frankreich auch Spanien, Italien, England) und Nordamerika, neue Fundstätten ergeben.

Man könnte vielleicht als Einwand uns entgegenhalten, daß die Steingeräte der Australier nicht genau dem Chelléen-Typus entsprechen, sondern vielfach einen noch primitiveren darstellen; uns scheint dies nur auf eine sehr frühzeitige Trennung der Vorfahren der jetzigen Australier von ihren nach Asien übergetretenen Stammbrüdern hinzudeuten, die auch in der Feuersteintechnik bald eine höhere Stufe erreichten, während die Zurückgebliebenen ohne Nötigung zu heftigerem Kampfe auf dem alten Niveau verharrten, welches den Anfängen einer Steinzeit entspricht, zum Teil sogar der Vorstufe derselben, welche *Sarasins* bei Besprechung der Weddas treffend als Holz- und Muschelzeit bezeichnet haben. Sind doch Holzkeulen und -Stöcke nicht nur für die oben besprochenen Wurfwerkzeuge, sondern auch für die Lanze, ja sogar für den sehr primitiven schmalen Schild der Australier als Ausgangpunkt zu nehmen.

Wie wir eingangs betonten, wäre unser Vorfahr nie Mensch geworden, wenn er im Urwald verharrt hätte. Die Mischung von Wald und ausgedehnten Steppen in Australien war der Faktor, der ihn vor den einseitigen Umbildungen der Anthropoiden, des Gibbon, Orang, Schimpanse, Gorilla bewahrte, die ohne Urwald nicht leben können. Wie diese an ihr Milieu trefflich angepaßt sind, so der Mensch an den oben dargelegten völlig andersgearteten Kletter-Mechanismus, der zugleich für den aufrechten Gang treffliche Vorbildung bot. Was wir

am Menschen bewundern, seine gymnastische Fähigkeit, welche die aller anderen Wesen an Vielseitigkeit übertrifft, ist eben ein Faktor der Menschwerdung selbst.

Daß nun die Ausprägung der körperlichen Eigenart des Menschen mit der geistigen Hand in Hand ging, darauf brauchen wir nur hinzuweisen. Wir können dies Gebiet, auf dem neue Ausblicke nach allen Seiten sich öffnen, hier nur an seinen Grenzen betreten. Das Kletterleben erhob den Menschen nicht nur körperlich über seine Umgebung; der Beobachtung und Überlegung wurde ein weiterer Horizont gegeben. Die Anfänge der höheren Regungen, von Poesie und Religion sind an das Baumleben geknüpft. Bei niederen Völkern finden wir viele Beweise hierfür. Eine sonderbare Verknüpfung von Baum und Leben zeigen uns die Australier. Bei manchen Stämmen derselben besteht die Sitte, daß dem heranreifenden Jüngling die oberen medialen Schneidezähne ausgeschlagen werden. Dieser scheinbar mit dem Kultus in Zusammenhang stehende Brauch, der zum Teil abgeschwächt auf andere Naturvölker übergegangen ist, hatte vielleicht anfangs einen sehr praktischen Zweck, nämlich den, eine Zahnlücke zum Halten eines Seiles oder eines Instrumentes beim Erklettern der Bäume zu schaffen. Auf solchen Konnex weist die geheimnisvolle Gewohnheit der Mutter hin, die ausgeschlagenen Zähne des Sohnes in die obersten Äste eines Gummibaumes zu verstecken, den nur wenige — nie aber der Sohn — kennen darf. Zwischen dem Baum und dem Wohl und Weh des betreffenden Menschen besteht nun ein Zusammenhang: wird der Baum vom Blitz getroffen, so bedeutet es Unglück für den Menschen; stirbt letzterer, so wird der Baum der Rinde beraubt und von unten rings vom Feuer umgeben, so daß der Stumpf als Denkmal für den Toten stehen bleibt (*Weitz-Gerland* VI, 785).

Da das Baumleben schon bei Affen zur Ausbildung der Stimmmittel in Beziehung steht — es sei an die Konzerte der Gibbons und Brüllaffen auf Baumwipfeln erinnert — so dürfen wir für den Menschen, der die Stimmen der Vögel belauschte [1]) (und jedenfalls zu Jagdzwecken nachahmte) ebenfalls den luftigen Aufenthalt als wichtigen Faktor

[1]) Es sei hier nebenbei bemerkt, daſs Australien aufserordentlich reich an Vögeln ist. Nach *Lauterer* hat von den ca. 6000 Vogelarten der ganzen Erde Europa ungefähr 500, Australien 700. Unter letzteren befinden sich zahlreiche Sing- und Schreivögel sowie auch der interessante Laubenvogel (Ptilinorhynchus holosericeus), der bekanntlich sich Lusthäuschen baut und diese mit den verschiedensten Gegenständen ausschmückt.

für die Heranbildung von Sprache und damit auch von Phantasie heranziehen.

Es ist eine äußerst verlockende und lohnende Arbeit, von solchen Gesichtspunkten aus das geistige, insbesondere das religiöse und poetische Leben der Völker einer Prüfung zu unterziehen. Haben sich doch gerade im Reiche der Mythologie und Poesie bis zu den Kulturvölkern der Gegenwart hinauf vielfach Anklänge an die Urzeit der Menschheit erhalten. Wir erinnern an die Weltesche der germanischen Sage, welche den Bienen jeden Morgen den Honigtau spenden muß, an Siegfried, der die Sprache der Vögel verstand, an den Glauben der Allbeseeltheit der Natur bei den Griechen, welche in dieser Vorstellung zu Vergleichen mit den jetzigen Australiern herausfordern.

Mögen meine Andeutungen auch Andere veranlassen, die hier entwickelten Gedankengänge zu fördern und das Thatsachenmaterial, auf dem sie sich aufbauen, zu bereichern; möge vor allem der Hinweis auf die Notwendigkeit neuer Untersuchungen in Australien auf fruchtbaren Boden fallen. Reiche Schätze sind dort noch zu heben an lebendem, wie an totem Material, aber es gilt, nicht zu warten, bis die nivellierende Macht der Kultur die wertvollsten Zeugnisse unserer Vorgeschichte ausgewischt und unkenntlich gemacht hat. Freilich dürfen wir auch hier keineswegs erwarten, die ältesten Kulturzustände noch in ihrer Ursprünglichkeit anzutreffen. Diese haben sich im Laufe außerordentlich langer Zeiträume selbstverständlich in mannigfachster Weise umgebildet, so daß es, worauf *H. Schurtz* völlig zutreffend hingewiesen hat, oft sehr schwierig ist, festzustellen, welches Vorstufen und welches Extreme der Entwickelung sind.

Nachtrag.

Erst nachdem wir diese Abhandlung niedergeschrieben, erhielten wir durch das Referat des Dr. *L. Laloy* im Centralblatt für Anthropologie (Heft II, 1899) Kenntnis von einem Funde, der, wenn er der wissenschaftlichen Kritik standhalten sollte, unsere Hypothese bestätigen würde. Wir teilen daraus folgendes mit: „Die angeblichen Spuren des tertiären Menschen in Australien sind in „Science of man and Australian anthropological Journal, Sydney, 1898" beschrieben und abgebildet worden. Der Entdecker ist *Herr Archibald*, Direktor des Museums zu Warnambool in Viktoria. Er fand in einem Steinbruch unweit dieser Lokalität auf Sandsteinplatten Fußspuren des Menschen, gemischt mit solchen des Emu und anderer Tiere (worunter auch des Dingo! Anm. d. Verf.). Eine dieser Platten konnte aufbewahrt werden. Sie lag in einer Tiefe von 18 Metern. Die Sandsteinschicht ist bedeckt und durchdrungen von Kalk, was auf eine spätere Senkung unter das Meer hindeutet, nachdem sie in noch weichem Zustande die Fußspuren aufgenommen hatte. Sie liegt jetzt 33 Meter über dem Meeresspiegel. Die Meinungen der australischen Geologen gehen insofern auseinander, als die Einen diesen Sandstein als nachtertiär, die Andern als spättertiär erklären. Die Frage kann nur dann zur endgültigen Lösung gebracht werden, wenn man zuvor die Fossilien der Sandstein- und Kalkformation genau studiert hat. — Was die Fußspuren anbelangt, so scheint ihre Form nach der Abbildung ziemlich charakteristisch; leider werden ihre Maße, sowie die Schrittweite nicht angegeben. Es ist noch hervorzuheben, daß in der Nähe des Steinbruches Steinäxte aufgedeckt wurden, die eine ganz eigentümliche Form aufweisen und ganz verschieden von denjenigen sind, die bei den Eingebornen zur Zeit der Ankunft der Europäer in Gebrauch waren (they have all the appearance of having been buried for thousands of years). Ähnliche Steinäxte sind in Gippsland unter 7 Meter Alluvium gefunden worden; eine weitere wurde in Peak Hill, 65 Meter tief, in einer goldführenden Thonschicht gefunden". Der Referent fügt u. a. hinzu: „Man ist so weit gegangen, zu glauben, mit den Fussspuren des Menschen auch diejenigen seines Jagdhundes, des Dingo, aufgedeckt zu haben". Nachdem wir die Ansicht ausge-

sprochen haben, daß der Dingo mit dem Vorfahren des Menschen zusammen, wahrscheinlich in spättertiärer Zeit von dem indo-australischen Archipel auf einer zu jener Zeit vorhanden gewesenen Landbrücke das australische Festland erreicht habe, ist die Vergesellschaftung der Fußspuren beider glaubwürdiger, als wenn man annehmen würde, daß zufällig ein carnivorer Beutler von der Größe des Dingo seine Spuren neben denen des Menschen hinterlassen hätte. Schon die Cheirotherium-Fährten aus der Trias, eigentümliche Abdrücke, Fußspuren von Tieren, die uns nichts von ihren Skelettresten hinterlassen haben, beweisen, daß derartige Funde nicht ohne weiteres in das Gebiet der Phantasie zu verweisen sind, sondern volle Beachtung ebenso wie strengste Kritik von seiten der Wissenschaft erheischen. Die ebenfalls aufgefundenen Steinäxte sprechen übrigens für sich allein schon deutlich genug für eine uralte Besiedelung Australiens durch den Menschen.

Litteratur.

Abraham, P. S., Observations on four crania from Kimberley, W. A., Report Br Assoc. 1886, 836.

Allport, Exhibition of casts of skulls and photographs of Tasmanians, Journ. of the anthrop. Inst. of Great Britain and Ireland 1873, 176.

Atkinson, On two australian skulls., ibid. 1865, 31.

Bonwick, J., Daily life and Origin of the Tasmanians, London 1870.

Bradley, Notes on the peculiarities of the australian Cranium. Journ. of the anthrop. Inst. II, 137.

Brehm, A. E., Allgemeine Kunde des Tierreichs, Leipzig, 1891.

Cauvin, Crâne australien brachycéphale. Bull. de la soc. d'Anthrop. de Paris III, 3, 132.

— Sur les races de l'Océanie, ibid. III, 6, 245.

Cunow, H., Verwandtschafts-Organisation der Australneger, Stuttgart 1894.

Davis, J. B., Thesaurus craniorum. Catalogue of the skulls of the various races of man, London 1867.

— On the osteology and peculiarity of the Tasmanians, a race of man recently become extinct, Haarlem, 1874.

Drude, O., Handbuch der Pflanzengeographie, Stuttgart, 1890.

Dumontier, Déscription d'une tête de Tasmanien conservée dans l'alcool. Bull. de la soc. d'Anthrop. de Paris 1874, IX, 808.

Ecker, A., Beschreibung der Australier Skelette, Verh. der naturforsch. Ges. Freiburg i. B. II, 1861.

Eyre, E. J., Journals of expeditions of discovery into Central Australia and overland from Adelaide to King George's Sound, London 1845.

Flinders, M., Reise nach dem Austral-Lande, Deutsch v. F. Götze, Weimar, 1816.

Flower, Catalogue of the specimens of the Coll. of Surgeons of England, London 1879.

Frobenius, L., Die Kulturformen Oceaniens, Petermanns Mitth. 46 Bd. 1900, IX.

Gerland, G., Atlas der Völkerkunde, Berghaus Physikalischer Atlas, 4 Abth. VII, Gotha 1892, pag. 16.

Gigliotti, H., I Tasmanii, Florenz 1871.

Girod, P. et Massénat, E., Les stations de l'âge du renne, Paris 1900.

Grey, Sir George, Journal of two expeditions of discovery in North Western and Western Australia 1837/39, London, 1841.

Houzé et Jacques, Les Australiens du Musée du Nord. Bull. de la soc. d'Anthrop. de Bruxelles 1884, III, 53.

Jacques, Crânes australiens de l'Adelaide, ibid. 1884, III, 311.

Jähns, M., Entwickelungsgeschichte der alten Trutzwaffen, Berlin 1899.

Jung, K. E., Der Weltteil Australien, Leipzig 1882.

King, Phil. P., Narrative of a survey of the intertropical and western coasts of Australia performed between the years 1818 and 1822, London 1827.

Klaatsch, H., Die Stellung des Menschen in der Reihe der Säugetiere, speziell der Primaten und der Modus seiner Heranbildung aus einer niederen Form, Globus, 1899, LXXVI, Nr. 21 u. 22.

— Der kurze Kopf des Musculus biceps femoris. Seine morphologische und stammesgeschichtliche Bedeutung. Sitzungsber. d. k. preuss. Akademie der Wissensch. 26. VII. 1900.

— Der kurze Kopf des Biceps femoris und der Tenuissimus. Ein stammesgeschichtliches Problem. Morphol. Jahrb., 1900.

— Die fossilen Knochenreste des Menschen und ihre Bedeutung für das Abstammungsproblem (Ergebnisse der Anatomie und Entwickelungsgeschichte). IX (1899) Wiesbaden 1900.

Kölliker, Über die Schädel der Südsee-Insulaner und der Australier. 1869. Verh. d. phys.-med. Ges. in Würzburg in Neue Würzb. Zeit. Nr. 159.

Krause, W., Australische Schädel, Zeitschr. f. Ethnol. 1897, Verh. 508.

Krefft, G., Australische Schädel des Museums von Sydney, Catologue of the natural and industrial productions of New South Wales, Sydney 1867.

De Lapouge, G., Vacher, L'Aryen, son rôle social, Paris 1899.

Lartet, E. et *Christy, H.*, Reliquiae Aquitanicae, London 1875.

Lauterer, J., Australien und Tasmanien. Nach eigener Anschauung und Forschung, wissenschaftlich und praktisch geschildert, Freiburg i. B. 1900.

Lumholtz, K., Unter Menschenfressern, Eine vierjährige Reise in Australien, Hamburg 1892.

v. Luschan, Das Wurfholz in Neu-Holland und Oceanien, Festschrift für Adolf Bastian, Berlin 1896.

Lyell, Sir Charles, Das Alter des Menschengeschlechts, Deutsch von L. Büchner, Leipzig 1864.

Man, E. H., On the Andamanese and Nicobarese objects presented to Maj. Gen. Pitt Rivers, Journ. Anthr. Inst. XI. (1882) pag. 268.

Man, E. H., On the aboriginal inhabitants of the Andaman islands. Journ. Anthr. Inst. XII (1883) pag. 69, 117 und 327.

Meinicke, C. E., Das Festland Australien, eine geogr. Monographie, Prenzlau, 1837.

Meyer, A. B. u. *Tängel*, Verzeichnis der Dresdener Rassen-Skelette und -Schädel.

v. Miklucho-Maclay, N., Über die Mika-Operation in Central-Australien, Zeitschr. f. Ethnol. 1880 pag. 85.

— Über Ovariotomie bei den Australiern, Zeitschr. f. Ethnol. 1882 pag. 27.

— Remarks on a skull of an aboriginal from the Lachlan district. Proc. Linnean soc. of N. S. Wales VIII, part III, Oct. 1883.

Mivart, St. George, Dogs, Jacals, Wolves and Foxes, A monograph of the Canidae, London 1890.

De Mortillet, G. et *A.*, Musée préhistorique. Paris 1881.

— Le Préhistorique, origine et antiquité de l'homme, Paris 1900.

Müller, F., Reise d. österr. Fregatte Novara um die Erde 1857/59. Anthrop. Teil, 3. Abt., Ethnographie, Wien 1869.

Owen, Richard, Researches on the fossil remains of the extinct mammals of Australia, London 1877.

Piette, Ed., L'art pendant l'âge du renne (unter der Presse).

Pleyte, C. M., De praehistorische steenen wapenen en werktuigen uit den Ost-Indischen Archipel, beschouwd uit een archeologisch en ethnographisch oogpunt. Bijdragen tot de Taal-, Land- en Volkenkunde van Ned. Indie, 5e Volgreeks II, 1887.

Ploss, H., Das Weib in der Natur- und Völkerkunde, Leipzig 1884.

Ratzel, Fr., Völkerkunde, Leipzig 1894.

Sarasin, P. u. *F.*, Ergebnisse naturwissenschaftlicher Forschungen auf Ceylon in den Jahren 1884—86, III. Bd. Die Weddas von Ceylon und die sie umgebenden Völkerschaften, ein Versuch, die in der Phylogenie des Menschen ruhenden Rätsel der Lösung näher zu bringen, Wiesbaden 1892/93.

Sarasin, Fritz, Über die geologische Geschichte des malayischen Archipels auf Grund der Tierverbreitung, Chur 1900.

Sarasin, P. u. *F.*, Materialien zur Naturgeschichte der Insel Celebes, III. Bd., Über die geologische Geschichte der Insel Celebes auf Grund der Tierverbreitung, Wiesbaden 1901.

Schädelkatalog, Allgemeiner deutscher. Supplem. d. Archivs f. Anthropologie.

Schmeltz u. *Krause*, Die ethnographisch-anthropolog. Abteilung des Mus. Godeffroy in Hamburg 1881.

Semon, R., Im australischen Busch und an den Küsten des Korallenmeeres, Leipzig 1896.

Sergi, Die Menschenvarietäten in Melanesien. Archiv. f. Anthrop. 1892 93 (XXI) 339.

Sievers, W., Australien und Ozeanien, Leipzig 1900.

Smyth, R. B., The aborigines of Victoria with notes relating to the habits of the natives of other parts of Australia and Tasmania. Melbourne-London 1878.

Stokes, J. L., Discoveries in Australia during the voyage of HMS Beagle in the years 1837—43, London 1846.

Studer, Th., Beiträge zur Geschichte unserer Hunderassen: Naturwissenschaftliche Wochenschrift. XII. (1897) Nr. 28.

Topinard, P., Etude sur les Tasmaniens 4e fasc. du tome III des Mémoires de la Soc. d'Anthrop., Paris 1871.

Topinard, P., Etude sur les races indigènes de l'Australie, Paris 1872.
— Présentation de trois Australiens vivants, Bull. de la soc. d'Anthrop. de Paris 1885, 683.
Tylor, E. B., Primitive Culture, London 1871.
— Early history of mankind, London 1878.
Virchow, R., Über die Australier, Zeitschr. f. Ethnol. XV, 1883, pag. 192 u. XVI, 1884, pag. 411.
— Über australische Botenstäbe, Zeitschr. f. Ethnol. XIV, 1882, pag. 33.
Volz, W., Beiträge zur Anthropologie der Südsee, Archiv. f. Anthropologie (XXIII, 1894).
Waitz-Gerland, Anthropologie der Naturvölker, VI. Bd., Die Völker der Südsee, Leipzig 1872.
Wake, The physical characters of the australian Aborigines, Journ. of Anthropology, London 1871, III.
Wallace, A. R., Die geographische Verbreitung der Tiere, Deutsch von A. B. Meyer, Dresden, 1876.
— Island life or the phenomena or causes of insular faunas and floras including a revision and attempted solution of the problem of geological climates, London 1880.
— The Malay Archipelago, London, 1894.
— Studies scientifical and social, London, 1900.
Weinhold, K., Altnordisches Leben, Berlin 1856.
Weisbach, A., Reise der österr. Fregatte Novara um die Erde 1857/59, Anthropolog. Teil, 2. Abt. Körpermessungen an Individuen verschiedener Menschenrassen, vorgenommen von K. Scherzer u. E. Schwarze. XIV: Australier, Wien 1867.
Wilson, Th., A study of prehistoric anthropology from the report of the National Museum, Washington, 1888.
— Results of an inquiry as to the existence of man in North Amerina during the palaeolithic period of the stone age, Washington 1890.
Woldrich, J. N., Übersicht der Wirbeltierfauna des Böhmischen Massivs während der anthropozoischen Epoche, Jahrb. der K. K. geolog. Reichsanstalt, Bd. 47. Heft 3, Wien 1897.
Zittel, K. A., Handbuch der Paläontologie. IV. Bd., Vertebrata. München 1891 93.

(Sonderabzüge, ausgegeben den 14. September 1901.)

In Carl Winter's Universitätsbuchhandlung in Heidelberg erschien von

Ewald Wollny,

weiland ord. Professor der Landwirtschaft an der Kgl. bayr. techn. Hochschule in München:

Die Zersetzung der organischen Stoffe

und die

Humusbildungen

mit Rücksicht auf die Bodenkultur.

Lex.-8°. Mit 52 in den Text gedruckten Abbildungen. geheftet M. 16.—, fein Halbleder M. 18.—.

„ . . . . Das Werk ist grundlegend nicht nur für die Wissenschaft und Praxis der Land- und Forstwirtschaft, sondern ebenso sehr auch für die Hygiene, Geologie und Landeskunde. Es vereinigt die oft unvermittelt nebeneinanderstehenden Ergebnisse der Wissenschaft und Praxis zu einem harmonischen Ganzen, so zwar, daß es berufen ist, dem Fortschritte beider neue fruchtbringende Bahnen zu eröffnen." *(Österr. landwirtschaftl. Presse.)*

„ . . . . es handelt sich um ein nicht nur des aufgewandten enormen Fleißes wegen verdienstliches, sondern auch innerlich wertvolles, bedeutsames Werk, zu dem jeder gern und mit Nutzen greifen wird . . . ." *(Biedermanns Zentralblatt f. Agrikulturchemie.)*

Die Kultur der Getreidearten

mit Rücksicht auf Erfahrung u. Wissenschaft.

2. Ausgabe. Mit 19 Holzschnitten. gr. 8°. geheftet M. 5.—, in Lwd. geb. M. 6.—.

„ . . . . Wir zweifeln nicht, daß das Buch berufen ist, die landwirtschaftlichen Praktiker mit den wissenschaftlichen Gesetzen des Getreidebaues vertraut zu machen, und so zu einer den Anforderungen der Jetztzeit entsprechenden Verbesserung der Getreidekultur und Ertragserhöhung aus derselben beizutragen. Die Schreibweise des Verfassers ist als einfach, klar und leichtverständlich bekannt; die Ausstattung des Buches läßt nichts zu wünschen übrig." *(Fühlings landwirtschaftliche Zeitung.)*

Forschungen

auf dem Gebiete der

Agrikultur-Physik.

(Zentralblatt für Bodenphysik, Pflanzenphysik und Agrar-Meteorologie.)

20 Bände (1878—1897/8). **Ladenpreis M. 448,** bis auf Widerruf ermäßigt auf **M. 240.**

Die „Forschungen" haben mit dem 20. Jahrgang zu erscheinen aufgehört. Einzelne Bände und Hefte sind, soweit der Vorrat reicht, noch einzeln zum Ladenpreis zu haben.

Urteile der Presse:

„ . . . Das schwerwiegendste Lob, welches man einer wissenschaftlichen Zeitschrift zuerkennen kann, ist ohne Zweifel das, daß sie einen fördernden Einfluß auf die Entwicklung des von ihr vertretenen Wissensgebietes ausübt, und diese Anerkennung können wir angesichts der zahlreichen, wertvollen Originalarbeiten, welche sie gebracht und zum großen Teil selbst veranlaßt, dieser Zeitschrift nicht vorenthalten. Aber sie hat sich während der Zeit ihres Bestehens auch im hohen Grade befähigt gezeigt, durch vortreffliche Referate über die einschlägigen Produkte der deutschen und ausländischen Litteratur die Fachgenossen und den wissenschaftlich geschulten Praktiker . . . . auf dem Laufenden zu erhalten." *(Biedermanns Zentralblatt für Agrikulturchemie.)*

„ . . . So sehen wir, ist die Agrikulturphysik ein Wissensgebiet, das der höchsten Beachtung wert. Freilich bietet die Zeitschrift keine Rezepte, aber sie bietet in ihren Originalartikeln und in den zahlreichen korrekten Auszügen aus anderweitig erschienenen einschlagenden Arbeiten die solide wissenschaftliche Basis für den Landwirt, sich seine Rezepte je nach den verschiedenen Bedürfnissen selbst zu formulieren. Diese «Forschungen» sind daher ein neuer, notwendiger und willkommener Hebel zur Unterstützung des Strebens unserer Zeit, der Landwirtschaft zu einem rationellen Betriebe zu verhelfen.

Ganz besonders scheint es angezeigt, daß die Vereine auf die «Forschungen» abonnieren, um sie ihren Bibliotheken einzuverleiben oder durch Referate aus denselben den Mitgliedern die dort niedergelegten Lehren und Ratschläge für die Praxis zu erschließen."

(Fühlings landwirtschaftliche Zeitung.)

Inhalt.

Seite.

Glück, Hugo, Die Stipulargebilde der Monokotyledonen. Mit 1 Abbildung und Tafel I—V 1

Quincke, G., Über die Klärung trüber Lösungen 97

Schoetensack, Otto, Die Bedeutung Australiens für die Heranbildung des Menschen aus einer niederen Form. Mit 3 Abbildungen 105

Vereinsnachrichten 1900/1902 I

Verzeichnis der vom 11. April 1901 bis 10. April 1902 eingegangenen Druckschriften IV

Die **Gesamtsitzungen** des **Naturhistorisch-Medizinischen Vereins** finden, mit Ausnahme der Ferienmonate, regelmäßig am ersten Freitag jedes Monats statt und werden den Mitgliedern jeweils besonders angezeigt.

Von den in den **Verhandlungen** abgedruckten Arbeiten werden den Verfassern 100 Sonderabzüge unentgeltlich geliefert. **Manuskriptsendungen** bittet man an den Schriftführer Prof. **A. Schuberg**, Zoologisches Institut, zu richten.

C. F. Winter'sche Buchdruckerei.

4972

VERHANDLUNGEN

DES

NATURHISTORISCH-MEDIZINISCHEN VEREINS

ZU

HEIDELBERG.

NEUE FOLGE.

SIEBENTER BAND.

ZWEITES HEFT.

MIT NEUN TAFELN.

(AUSGEGEBEN AM 30. SEPTEMBER 1902.)

HEIDELBERG.
CARL WINTER'S UNIVERSITÄTSBUCHHANDLUNG.
1902.

✶ ✶ Kuno Fischers Werke. ✶ ✶

Mit wahrhafter Freude und herzlicher Dankbarkeit empfangen wir die reifen Früchte, die der große Geschichtschreiber der neueren Philosophie dem zweiten Felde seiner Arbeit, der Dichtung unsrer klassischen Zeit, abgewinnt. Sein weiter Blick weiß die einzelnen Thatsachen unter große Gesichtspunkte zu bringen und so ihre Bedeutung für das Gesamtbild, dem sie sich einordnen, klar hervortreten zu lassen. . . . Weitere Vorzüge der kleinen Schriften Fischers bilden die feste, aufs sorgsamste gegliederte Disposition des Stoffes, die anmutige, zwischen Prunk und Dürftigkeit glücklich die Mitte haltende Darstellung, die geschickte Auswahl der Belege, durch die er seine meist zu runden Thesen formulierten Ansichten in strittigen Fragen stützt, die warme Begeisterung, die bis in die Einzeluntersuchungen hinein waltet, alle philologische Trockenheit ausschließend und den Leser unaufhaltsam mit sich fortreißend. (Litteraturblatt für germanische und romanische Philologie.)

Goethe-Schriften. Erste Reihe. (Goethes Iphigenie. Die Erklärungsarten des Goetheschen Faust. Goethes Tasso.) 8°. geheftet M. 8.—, fein Halbleder geb. M. 10.—.

Daraus sind einzeln zu haben:

Goethes Iphigenie. 3. Aufl. 8°. geheftet M. 1.20.
Die Erklärungsarten des Goetheschen Faust. 8°. geheftet M. 1.80.
Goethes Tasso. 3. Aufl. 8°. fein Lwd. geb. M. 6.—.

Goethe-Schriften. Zweite Reihe. (Goethes Sonettenkranz. Goethe und Heidelberg. Goethes Faust 1. Band.) 8°. geheftet M. 7.—, fein Halbleder geb. M. 9.—.

Daraus sind einzeln zu haben:

Goethes Sonettenkranz. 8°. geh. M. 2.—.
Goethe und Heidelberg. 2. Aufl. 8°. geheftet M. 1.—.
Goethes Faust. 1. Band. 4. Aufl. 8°. geheftet M. 4.—, fein Leinwandband M. 5.

Goethe-Schriften. Dritte Reihe.
Goethes Faust. 2. Band. 4. Aufl. 8°. geheftet M. 4.—, fein Leinwandband M. 5.—.
Goethes Faust. 3. Band. In Vorbereitung.

Schiller-Schriften. Erste Reihe. (Schillers Jugend- und Wanderjahre in Selbstbekenntnissen. Schiller als Komiker.) 8°. geheftet M. 6.—, fein Halbleder geb. M. 8.—.

Daraus sind einzeln zu haben:

Schillers Jugend- und Wanderjahre in Selbstbekenntnissen. 2. neubearbeitete und vermehrte Auflage von „Schillers Selbstbekenntnissen". 8°. geheftet M. 4.—, fein Lwd. geb. M. 5.—.
Schiller als Komiker. 2. neubearbeitete u. vermehrte Aufl. 8°. geheftet M. 2.—.

Schiller-Schriften. Zweite Reihe. (Schiller als Philosoph. 1. u. 2. Buch.) 8°. geheftet M. 6.—, fein Halbleder geb. M. 8.—.

Daraus sind einzeln zu haben:

Schiller als Philosoph. 2. neubearb. und verm. Aufl. In zwei Büchern. Erstes Buch. Die Jugendzeit 1779—1789. 8°. geheftet M. 2.50. Zweites Buch. Die akademische Zeit 1789—1796. 8°. geheftet M. 3.50. Beide Teile fein Lwd. geb. M. 7.50.

Kleine Schriften. Erste Reihe. (Ueber die menschliche Freiheit. Ueber den Witz. Shakespeare und die Bacon-Mythen. Kritische Streifzüge wider die Unkritik.) 8°. geheftet M. 8.—, fein Halbleder geb. M. 10.—.

Daraus sind einzeln zu haben:

Ueber die menschliche Freiheit. 2. Auflage. 8°. geheftet M. 1.20.
Ueber den Witz. 2. Auflage. 8°. geheftet M. 3.—, fein Lwd. geb. M. 4.—.
Shakespeare und die Bacon-Mythen. 8°. geheftet M. 1.60.
Kritische Streifzüge wider die Unkritik. 8°. geheftet M. 3.20.

Kleine Schriften. Zweite Reihe. (Shakespeares Hamlet. Das Verhältniß zwischen Willen und Verstand im Menschen. Der Philosoph des Pessimismus. Großherzogin Sophie von Sachsen.) 8°. geheftet M. 8.—, fein Halbleder geb. M. 10.—.

Daraus sind einzeln zu haben:

Shakespeares Hamlet. 8°. geheftet M. 5.—, fein Lwd. geb. M. 6.—.
Das Verhältniß zwischen Willen und Verstand im Menschen. 2. Aufl. 8°. geheftet M. 1.—.
Der Philosoph des Pessimismus. Ein Charakterproblem. 8°. geheftet M. 1.20.
Großherzogin Sophie von Sachsen, Königliche Prinzessin der Niederlande. 8°. geheftet M. 1.20.

Kleine Schriften. Dritte Reihe.
Großherzog Alexander von Sachsen. 8°. geheftet M. 1.50.

Philosophische Schriften:

1. **Einleitung in die Geschichte der neuern Philosophie.** 4. Aufl. gr. 8°. geheftet M. 4.—, fein Lwd. geb. M. 5.—. (Sonderabdruck aus der Geschichte der neuern Philosophie.)
2. **Kritik der Kantischen Philosophie.** 2. Aufl. gr. 8°. geheftet M. 3.—.
3. **Die hundertjährige Gedächtnißfeier der Kantischen Kritik der reinen Vernunft. Johann Gottlieb Fichtes Leben und Lehre. Spinozas Leben und Charakter.** 2. Aufl. gr. 8°. geheftet M. 2.40.

Shakespeares Charakterentwicklung Richards III. 2. Ausgabe. 8°. geheftet. M. 2.—.

Die Schicksale der Universität Heidelberg. Festrede zur fünfhundertjährigen Jubelfeier der Ruprecht-Karls-Hochschule zu Heidelberg. Dritte Ausgabe. gr. 8°. geheftet M. 2.—, fein Lwd. geb. M. 3.—.

Briefwechsel zwischen Goethe und K. Göttling. 2. Ausgabe. gr. 8°. geheftet M. 3.—.

NOV 1902

Untersuchungen über Gallertbildungen der Algen

von

Dr. Bruno Schröder.

Mit Tafel VI und VII.

Einleitung.

Schon seit längerer Zeit bekannt sind gallertige Bildungen bei Algen, die teils an gewissen Partieen derselben lokalisiert anzutreffen sind, oder teils noch häufiger die Algen mit einer mehr oder weniger weiten Hülle allseitig umschließen.

Kützing (52) bezeichnete die Gallerte der Algen als „Gelacin" oder „Eugelacin" und hielt sie für eine Modifikation des „Phytogelins" (Pflanzencellulose der Autoren). *Graham* (31) wählte allgemein die Bezeichnung „Gel" für den Gallertzustand kolloidaler Körper, und eine mit Wasser imbibierte Gallert nannte er „Hydrogel", wozu auch die Algengallerte gehört. *Nägeli* (70) und *Hofmeister* (42) betrachteten die Gallertbildungen entstanden durch eine Metamorphose der äußeren, nach innen zu successive jüngeren Schichten der Membran. *Pfitzer* (76) wies zuerst darauf hin, daß es schwierig sei, zu sagen, ob die Hüllgallerte oder die Stiele durch Verschleimen äußerer Membranschichten oder durch Sekretion seitens des Plasmas der Bacillariaceen gebildet werden. Neuerdings haben Untersuchungen von *Klebs* (49) und von *Hauptfleisch* (37) erwiesen, daß insbesondere die Gallertbildungen der Desmidiaceen, aber auch die anderer Algen, thatsächlich eine Art Sekretabscheidung darstellen; auch wurden der Bau und gewisse physiologische Eigenschaften der Gallertbildungen der Algen von den zuletzt genannten Autoren eingehend und mit Erfolg erforscht.

Auf die bisherigen Ergebnisse dieser Arbeiten soll in folgendem Bezug genommen und dabei versucht werden, dieselben an der Hand geeigneter Methoden zu ergänzen und zu vervollständigen, die mannigfachen Gallertbildungen namentlich der Desmidiaceen und Diatoma-

ceen unter gewisse morphologisch-physiologische Gesichtspunkte zu gruppieren und ihre biologische Bedeutung so weit als möglich festzustellen. Eine Menge Fragen, die sich der Verfasser gestellt, harren noch ihrer Lösung, da der größere Teil seiner Arbeit in die für das Studium lebenden Materiales ungünstigen Wintermonate fiel, die einschlägige Litteratur außerordentlich zerstreut ist, und die gegebene Zeit für eine erschöpfende Behandlung des Stoffes zu kurz war.

Nachstehende Untersuchungen wurden im hiesigen botanischen Institute ausgeführt. Wertvolle Winke und Ratschläge, sowie vielfache Unterstützung mit Fachlitteratur seitens des Herrn Geheimen Hofrates Professor *Dr. Pfitzer* und zu wiederholten Malen auch durch Herrn Geheimen Hofrat Professor *Dr. Bütschli* förderten dieselben, und es ist mir eine angenehme Pflicht, meine hochverehrten Lehrer für dieses jederzeit wohlwollende Interesse dauernden Dankes zu versichern.

Heidelberg, März 1901.

Herbeischaffung des Materiales.

In dem Buntsandsteingebiete der näheren Umgebung Heidelbergs findet sich gutes Algenmaterial nur an wenigen Stellen. Am ergiebigsten sind kleine lehmige Teiche hinter dem Kümmelbacher Hofe bei Neckargemünd. Weit reichhaltiger und für meine Zwecke besonders gut geeignet erwiesen sich die Torfstiche zu Virnheim in Hessen, deren eigenartige Chlorophyceenflora durch *Schmidle* (85) bekannt geworden ist, welcher Autor mir diese Lokalität warm empfahl und mich in liebenswürdigster Weise dorthin begleitete, ebenso wie an das große Moor in der Pfalz zwischen Kaiserslautern und Landstuhl, das kurz als Landstuhlmoor bezeichnet werden mag. Günstige Fundorte für Algen lieferten die quelligen Stellen nördlich unterhalb des Gipfels des Feldberges im Schwarzwald, sowie überrieselte Felsen dieses Gebirges. Das im Schwarzwald gesammelte Material wurde sogleich in Pikrinsäure-Alkohol oder in Formol fixiert. Letzterem Stoffe ist vor allen anderen Fixierungsmitteln der Vorzug zu geben, da er bekanntlich Leime und Gelatine härtet. Auch *Pfeiffer von Wellheim* (73) empfiehlt das Formol. Aus den Hoch-

mooren der Weißen Wiese im schlesisch-böhmischen Riesengebirge, deren Algenflora schon mehrfach studiert worden ist, erhielt ich auf meine Bitte von dem Besitzer der Wiesenbaude, Herrn *Johann Boensch*, zweimal recht brauchbare Algenproben lebend übersendet, die sich hier weiter kultivieren ließen. (Die Flaschen und Probengläser waren zur Hälfte mit Material gefüllt und in feuchtes Moos verpackt mir übermittelt worden.) Herr Dozent *H. H. Gran* aus Bergen übermittelte mir sehr gut fixierte Plankton-Diatomaceen von der Nordwestküste Skandinaviens. Herr *E. Lemmermann* in Bremen teilte mir mehrfach frisches und in Formol fixiertes Algenmaterial für meine Untersuchungen mit. Allen den genannten Herren, welche mich bei der Herbeischaffung des Materiales unterstützten, sei hiermit verbindlichst gedankt.

Untersuchungsmethoden.

Um Gallerthüllen bei Algen, bei denen dieselben für gewöhnlich nicht sichtbar sind, nachzuweisen, können verschiedene Wege eingeschlagen werden, nämlich Einlegung der Algen in feinzerteilten Detritus oder in flüssige Tusche oder Färben derselben mit geeigneten Farbstoffen, oder die Einlagerung gewisser Niederschläge. Bei meinen Untersuchungen beschränkte ich mich auf die ersten beiden Methoden.

I. Das Einlegungsverfahren.

Wenn Algen in einem Gemisch liegen, welches recht feinzerteilten Detritus (Algenproben aus Lehm-, Thon- oder Mergelgruben) enthält, so ist das Vorhandensein von Gallertbildungen schon ohne weiteres deutlich wahrzunehmen, da in diesem Falle die kleinsten Teilchen der verwesenden organischen Substanz oder der verwitternden erdigen Massen nicht direkt bis an die Konturen der Zellmembran heranreichen, sondern durch eine helle Area — die Gallerthülle — vor derselben abgetrennt liegen, wodurch die Gallerte in ihrer natürlichen Beschaffenheit ohne alle etwaigen Schrumpfungen deutlich wird.

Was die Einlegung in Tusche betrifft, so wendete sie schon *Ehrenberg* (23) an, um Gallertbildungen bei Algen nachzuweisen, ebenso *Cohn* (19) und später *Errera* (25). Man verwendete echte chinesische oder andere Tusche, die auf dem Objektträger fein verrieben wurde, bis der Tropfen dunkelgrau erschien und brachte die zu

untersuchende Alge in den Tropfen. Auf diese Weise macht *Klebahn* (51) Gallerthüllen bei Anabaena, *de Wildeman* (105) solche bei Tetracoccus und *Lauterborn* (57) solche bei Bacillariaceen und Oscillatoriaceen sichtbar.

Da das feine Zerreiben der Tusche immerhin gewisse Zeit in Anspruch nimmt, und man auch nicht stets die gewünschte Konzentration des Gemisches erhält, benutzte ich die käufliche chinesische Tusche („*Günther Wagners* flüssige chinesische Tusche Nr. 314"), die bekanntlich zum Zeichnen und zum Etikettenschreiben Verwendung findet. Dabei wurde folgendermaßen verfahren: Auf den Objektträger wird mittelst Pipette (Tropfgläschen) ein kaum linsengroßer Tropfen Wasser mit der zu untersuchenden Alge gebracht; dann wird ein in eine stumpfe Spitze ausgezogener dünner Glasstab in die Tuscheflüssigkeit getaucht und die am Glasstab haftende flüssige Tusche mit dem Tropfen auf dem Objektträger sorgfältig verrührt, worauf ein Deckglas (18 mm) aufgelegt wird. Pipette, Glasstab, Objektträger und Deckglas müssen selbstverständlich durchaus sauber sein. Es empfiehlt sich erstere beiden sofort nach Gebrauch zu reinigen und ausschließlich zu obigem Zwecke zu benutzen, da die Tuscheflüssigkeit ziemlich empfindlich und leicht zur Fällung mehr oder weniger krümeliger Niederschläge geneigt ist, die die Deutlichkeit des Präparates stark beeinträchtigen. Dieselbe kann jedoch noch erhöht werden, wenn man mittelst Fließpapierstreifen ein Zuviel von Flüssigkeit vorsichtig vom Rande des Deckglases absaugt, bis das Präparat eine bräunlich schwarze Farbe bekommt.

Dauerpräparate, die sich indessen nur relativ kurze Zeit unverändert zu halten scheinen, kann man nach *Errera* dadurch herstellen, daß man der Tuschelösung etwas verdünntes Glycerin beimischt und das fertige, an den Rändern des Deckglases trockene Präparat mit einem nicht zu dünnflüssigen Xylol-Kanadabalsam verschließt.

Außer Einbettung in flüssige chinesische Tusche verwendete ich auch mit bestem Erfolge zu gleichem Zwecke die von *Bütschli* (81) empfohlene natürliche Sepia aus dem Tintenbeutel von Sepia officinalis. Dieselbe wurde vor Gebrauch zweimal filtriert und durch Kochen von dem Alkohol, in welchem der Cephalopode konserviert war, befreit. Die Herstellung der Präparate geschah in der oben ausgeführten Weise.

II. Färbungsmethoden.

Das Verfahren der Einbettung in Tusche oder Sepia hat verschiedene Vorzüge vor allen Färbungsmethoden, indem die Tusche wie

die Sepia, da beide in Wasser suspendiert und neutral für die Gallerte sind, keinerlei Veränderungen derselben durch Schrumpfung hervorrufen und also natürliche Bilder geben; auch gelingt der Nachweis der Gallerte mit Tusche oder Sepia immer, selbst dann noch, wenn Farbstoffe versagen.

Die Algen lassen sich in Tusche sogar mehrere Stunden lang lebend beobachten, was bei Anwendung sehr stark verdünnter Farbstoffe (Methylenblau 1 : 1000 oder 10000) nicht immer instruktive Bilder giebt und viel schwieriger ist. Außerdem wirken Farbstoffe selbst in Verdünnung 1 : 1000 noch in verschiedenem Grade bei verschiedenen Algen auf die Gallerte kontrahierend. Aus diesem Grunde verfuhr ich bei meinen Untersuchungen stets so, daß ich zuerst die Algen in Tusche einlegte, um die natürliche Ausdehnung der Gallertbildungen kennen zu lernen, und dann erst den Farbstoff anwendete, um etwaige Strukturen nachweisen zu können.

Als gute, die Gallerte färbende Tinktionsmittel wendete *Klebs* Methylenblau, Methylviolett und gerbsaures Vesuvin an und bemerkt (49), daß wässerige Lösungen der genannten Farbstoffe vor alkoholischen den Vorzug haben. *Hauptfleisch* (37) benutzte konzentrierte und verdünnte Lösungen von Fuchsin, wässerige und alkoholische Lösungen von Gentianaviolett, Methylenblau und Methylviolett, die ich, sämtlich in Wasser gelöst, ebenfalls auf ihre Brauchbarkeit prüfte.

Bei einigen früheren Untersuchungen über Gallertbildungen von Algen (87—91) gebrauchte ich außer Methylenblau und Anilinwasser-Safranin das in heißem Wasser gelöste Thionin, einen mit dem sog. *Laut*schen Violett sehr nahe verwandten basischen Teerfarbstoff. Für die Gallertfärbungen benützte ich in letzter Zeit fast ausschließlich wässerige Lösungen von Dahlia, Karbolfuchsin, Neutralrot, Bismarckbraun, Chrysoidin, Auramin und ausnahmsweise in Alkohol gelöstes Mucikarmin, das von *P. Mayer* (65) für Schleimfärbungen empfohlen wurde.

Oedogoniaceen.

Das Vorkommen von Hüllgallerte ist bei den Oedogoniaceen relativ selten. „Bei einer schmalen, nicht näher bestimmten Art von Oedogonium" sah *Klebs* (49) regelmäßig eine Gallerthülle. *Möbius* (66) giebt eine solche bei Oedogonium undulatum und bei Oedogonium nodulosum an. *Hirn* (41) macht hingegen von Oedogonium Borisianum die Mitteilung, daß in der Zellmembran der Oedo-

gonien öfters zwei Schichten zu beobachten sind, eine innere mäßig dicke Celluloseschicht und „eine äußere dünne Cuticula", die den ganzen Faden umkleidet. Diese als „Cuticula" von *Hirn* bezeichnete Schicht kann nach ihm abgestreift und bei lebhafter Zellteilung leicht zerrissen werden, worauf sie in unregelmäßigen Lappen dem Faden anhängt. Methylenblau soll sie intensiv färben. Ob wir es bei der äußeren Schicht, die *Hirn* Cuticula nennt, wirklich mit der Bildung zu thun haben, die in der heutigen Zellenlehre den gleichen Namen führt, scheint mir sehr fraglich zu sein, auch ist die Identität der Außenschicht von Oe. Borisianum mit der Cuticula höherer Pflanzen weder durch Farbstoffe (alkoholische Chlorophyll-Lösung) noch durch Reagentien (Schwefel- oder Chromsäure, alkoholische heiße Kalilauge etc.) erwiesen.

Es liegt vielmehr die Wahrscheinlichkeit nahe, daß jene äußere Haut eine sehr dünne, aber verhältnismäßig feste Gallerthülle darstellt, wie ich sie bei einem sterilen Oedogonium aus Muggenbrunn im Schwarzwald aufgefunden habe.

Die genannte Alge bemerkte ich in Formolmaterial; das Wasser war stark eisenhaltig und enthielt rötlichen feinen Schlamm. Die ziemlich dicken Fäden dieses Oedogoniums waren mit einer mehr oder weniger weiten, ziemlich konsistenten Gallerthülle umkleidet, die durch Eisenoxydhydrat bräunlich gefärbt erschien, ähnlich wie die Scheiden von Leptothrix ochracea, die daneben vereinzelt vorkamen. Bemerkenswert ist das Verhalten dieser Gallertscheide bei der Teilung der Zellen eines Fadens (Taf. 1, Fig. 1). Sobald der für diesen Prozess bei Oedogonium charakteristische Cellulosering gebildet ist und die alte Zellmembran den peripheren Riß bekommt, reißt auch die Gallertscheide mit einem zuerst feinen und schmalen, meist ganz glatten, selten lappigen und unregelmäßigen Riß auf.

Die neugebildete Zelle hat während ihres Heranwachsens keine nachweisbare Gallerthülle, diese muss erst später entstehen. Genaueres darüber läßt sich an fixiertem Material nicht weiter nachweisen.

Analog der Braunfärbung der Scheiden von Leptothrix, die *Winogradski* (106) in dieser Beziehung genauer untersuchte, werden wir uns die Färbung der Gallerthülle von Oedogonium zu erklären haben. Das Wasser, in dem jenes Oedogonium wuchs, war eisenoxydhaltig. Nach *Winogradski* soll die Braunfärbung der Scheiden des Leptothrix kein mechanischer Prozeß sein, sondern vielmehr eine Lebenserscheinung. Das Eisenoxydul des Wassers wird vom Plasma aufgenommen, dort oxydiert und die so gebildete Eisenverbindung

durch die Membran wieder ausgeschieden, worauf sich die Gallerthülle mit ihr imprägniert. Mit gelbem Blutlaugensalz und Salzsäure behandelt, trat bei der Gallerthülle von Oedogonium Blaufärbung ein.

Ulothrichaceen.

Bei Ulothrichaceen sind Gallertbildungen besonders von *Cienkowski* (16) beschrieben worden. Bei dieser Algenfamilie scheint die Zellhaut durch Verquellen den erheblichsten Anteil an der Bildung der Gallerte zu haben.

Die Vergallertung der Zellhaut bei Ulothrix irregularis habe ich früher schon hervorgehoben (88). Dieser Ulothrix hat mit Radiofilum in Bezug auf die Gestalt der Zellen manche Ähnlichkeit: man vergleiche die Zeichnung von *Bohlin* (8) Taf. I, Fig. 7 u. 8 mit der meinigen bei Taf. I, Fig. 2b. Ob Ulothrix irregularis auch strahlige Struktur ihrer Gallerthülle besitzt, habe ich seinerzeit nicht mit Farbstoffen festgestellt. Dagegen fand ich im Virnheimer Materiale eine Ulothrix-Art, die bei entsprechender Behandlung diese Struktur zeigte (Taf. 1, Fig. 2). Es ist dies der von *Thuret* beschriebene U. mucosa, den ich auch unter dem Namen Hormospora limnetica von *Lemmermann* aus dem Garda-See erhielt. Beide Formen sind meines Erachtens identisch (*Thuret* [103] Taf. 18, Figur 8), und sie werden von einer sehr dicken Gallerthülle umschlossen, die sich am besten in Tusche nachweisen läßt. Färbt man diese Gallerthülle z. B. mit Methylviolett, so tritt ein zur Längsachse des Fadens im rechten Winkel gestelltes System feinster Strahlen hervor, das an den leicht eingezogenen Querwänden des Fadens unterbrochen erscheint. *Thuret* l. c. hat diese eingeschnürten Partien an den Querwänden in seiner Fig. 11 richtig wiedergegeben, und auch *Schmidle* (85) weist pag. 48 darauf hin, dass jede Zelle ihre eigene Hülle besitzt, die Gallertscheide also bei jeder Zelle gewissermaßen eine Unterbrechung erleidet. Er nimmt jedoch mit *Lagerheim* (54) eine lamellöse, nicht aber eine radiäre Struktur für die aus Verschleimung oder Quellung der Zellhäute hervorgegangene Gallerthülle der Ulothrichaceen an. Vergleicht man die Abbildung von der strahligstrukturierten Gallerthülle von Hyalotheca bei *Hauptfleisch* (37) Taf. I, Fig. 26 oder besser noch bei *Klebs* (49) Taf. IV, Fig. 1c mit meiner Abbildung Taf. 1, Fig. 2, so ist die Ähnlichkeit der Anordnung der Radiärstrahlen der Struktur ziem-

lich groß, und man wird deshalb die Gallerthülle von Ulothrix vielleicht nicht nur durch Verquellung der Zellmembranen, sondern auch durch Secernierung seitens des Plasmas durch feine Poren der Membran, die für Hyalotheca nachgewiesen, bei Ulothrix dagegen noch nicht aufgefunden sind, anzunehmen geneigt sein.

In noch viel ausgedehnterem Maße als bei Ulothrix mucosa tritt die Gallerthülle bei Radiofilum auf, bei welchem *Schmidle* (85) Fig. 4 schon eine radiärstrahlige Struktur mit Hämatoxylin sichtbar machte, während *Bohlin* namentlich die Dicke der Gallerthülle (8) Taf. I, Fig. 6 darstellt. Im allgemeinen habe ich die Struktur ähnlich gefunden, wie dies *Schmidle* zur Anschauung bringt, doch zeigte sich in vielen Fällen die Radiärstruktur bei Radiofilum in der Anordnung, wie ich sie auf meiner Taf. 1, Fig. 3 abbildete, indem auf jeder Zelle je zwei Strahlenkränze in einem spitzen Winkel zur Längsachse des Fadens aufsassen und die Strahlen nicht bis an den Rand der Gallerthülle gingen, sondern ein Stück vor demselben aufhörten.

Tetrasporaceen.

Tetraspora.

Von Tetraspora gelatinosa kam lebendes Material von vier verschiedenen Lokalitäten zur Untersuchung, nämlich von der Weißen Wiese im Riesengebirge, vom Landstuhlmoor der Pfalz, von Glashütte bei Furtwangen im Schwarzwald und vom Feldberg. Das Lager dieser Tetraspora bildete in allen Fällen hellgrün gefärbte, unregelmäßig schlauchartige bis sackförmige Gallertmassen. Bei Betrachtung eines kleinen Teiles des Thallus von Tetraspora unter dem Mikroskope ohne Deckglas in Tuschelösung zeigten sich die äußeren Konturen der Gallerte als weit abstehend vom Zellinhalte, wenn man auf den Rand des Gallertthallus einstellte. Bei Betrachtung unter dem Deckglase mit Immersion wurde dasselbe durch Wachsfüßchen gestützt, um Quetschungen der Gallerte möglichst zu vermeiden. Die Gallerte wies ungefärbt und tingiert keinerlei Struktur auf. Sie ist jedoch im nicht fixierten Zustande selbst gegen verdünnten Alkohol und Säuren äußerst empfindlich, ebenso gegen in Wasser gelöste basische Teerfarbstoffe; denn sie schrumpft stark und rasch, wenn man vom Rande des Deckglases her die genannten Stoffe zu dem Präparate hinzutreten läßt. Selbst verdünnte Methylenblau-

lösung 1 : 1000 ruft noch Schrumpfungen hervor, die durch Auswaschen mit Wasser wieder aufhören.

Die in Teilung befindlichen Zellen der Tetraspora oder auch diejenigen, welche sich geteilt haben, sind noch von einer besonderen, nach außen und innen verschleimenden und undeutlich abgegrenzten Eigenhülle umgeben (Taf. 1, Fig. 10a), die sich kurz vor der Teilung der Zelle zu erweitern beginnt, so daß die jungen Tochterzellen zu zweien oder bei abermaliger rasch darauffolgender Teilung zu vieren in der erweiterten Hülle der Mutterzelle liegen. Dieselbe erweitert sich immer mehr, anfangs hebt sie sich bei Färbung mit basischen Teerfarbstoffen durch einen deutlich dunkleren Ton von der allgemeinen Hüllgallerte ab; je weiter die Eigenhülle wird, desto schwächer wird die Differenz des Farbentones, um schließlich bei gänzlichem Schwinden der Eigenhülle aufzuhören. Jener verschleimenden Eigenhülle hat man die charakteristische Lagerung der Zellen der Tetrasporen zu Zweien oder Vieren zuzuschreiben.

Vielfach übersehene und in ihrer Bedeutung noch nicht klar erkannte Bildungen sind die sogen. „Pseudocilien" dieser Alge, auf die *Correns* aufmerksam gemacht hat (20). Sie gehen in 2- bis 4-Zahl von den runden Zellen aus und zwar in eigentümlich bogenartigen Kurven. Bei starker Vergrößerung kann man sie ohne Tinktionen wahrnehmen, deutlicher werden sie jedoch, wenn man in Formol fixiertes und ausgewaschenes Material mit einer sehr schwachen Lösung von Neutralrot färbt. Sie erscheinen bei einem Durchmesser von etwa 0,7—1 μ und einer Länge bis über 140 μ als feine Fäden von überall gleichem Durchmesser bis fast an das Ende der Hüllgallerte gehend, aber nicht über dieselbe hinaus. Bei Behandlung mit Reagentien schrumpfen sie mit der Hüllgallerte zusammen und haben dann ein gekrümmtes, peitschenförmiges Aussehen, die distalen Enden der Pseudocilien sind dabei am meisten verbogen (Taf. 1, Fig. 10b). Sie stehen mit dem Plasmateile der Zelle direkt in Verbindung, weshalb sie auch *Göbel* (28) bei Apiocystis als Organe für den Stoffaustausch, z. B. den Gaswechsel, betrachtet. Bewegungen habe ich ebensowenig wie *Correns* an ihnen wahrgenommen, auch keine besondere, nur den Faden einschließende Gallerthülle, wie dies *Correns* (l. c. pag. 247) für die Pseudocilien von Apiocystis abbildet und beschreibt.

Thuret, der diese Gebilde vielleicht zuerst beobachtete, schreibt [103], pag. 249: Dans le Tetraspora gelatinosa Ag., j'ai reconnu que les globules vert, disposés quatre à quatre, étaient munis de deux cils d'une longeur extrême, qui se perdent dans le mucus gelatineux

dont la fronde de cette pretendue plante est formée. Auf seiner Taf. 21, Fig. 7 bildet er aber Cilien ab, die nur 4—5mal so lang sind, als der Längsdurchmesser der Zellen von Tetraspora beträgt. Die Zellen sind auch nicht ganz kugelig, wie gewöhnlich bei Tetraspora, sondern mehr eiförmig, und es ist die Frage, ob *Thuret* wirklich die bewegungslosen Pseudocilien oder ruhende Cilien von Zellen gesehen hat, die sich zum Schwärmen anschicken, wie *Reinke* (80) pag. 543 anzunehmen geneigt ist. *Cienkowski* (15) giebt an, daß bei Tetraspora die Zoosporen ihre Cilien selbst dann behalten, wenn sie sich schon in Gallerte eingehüllt haben. Seine Abbildung auf Taf. XXIII, Fig. 8 zeigt zwei Zellen von Tetraspora, von denen die eine nur eine einzige Cilie, die andere deren zwei besitzt, wovon eine gabelig gespalten ist. Die Form der Zellen ist ebenfalls noch eiförmig, außerdem weisen dieselben zwei kontraktile Vakuolen auf, die bei ruhenden oder sich vegetativ teilenden Tetraspora-Zellen bisher noch nicht beobachtet sind. *Thuret* wie *Cienkowski* haben also wohl keine vegetativen Zellen vor sich gehabt, sondern entweder solche, die geschwärmt hatten und eben erst zur Ruhe gekommen waren, oder die sich zum Schwärmen vorbereiteten. Es ist jedoch die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, daß echte Cilien zu Pseudocilien ohne Bewegung werden können.

Palmodactylon varium.

Palmodactylon erhielt ich aus den Moortümpeln der Weißen Wiese im Riesengebirge. Da es in den Kulturen gut gedieh, hatte ich Gelegenheit, es wiederholt zu untersuchen. Die die Zellen umhüllende Gallerte ist schon in gewöhnlichem Zustande deutlich sichtbar. Sie bildet unregelmäßig cylinderartige, einfache oder büschelförmig verzweigte Wülste, in denen die kugeligen, hellgrünen Zellen in einer Reihe oder bei dickeren Wülsten durch Teilung in zwei oder drei Richtungen des Raumes in mehreren Reihen oder unregelmäßig verteilt liegen, immer aber in einiger Entfernung von der äußeren Kontur der Gallerthülle[1]).

Färbt man lebendes Material von Palmodactylon mit konzentrierter wässeriger Methylenblaulösung unter dem Deckglase, so

[1]) In jeder Zelle befinden sich 3—6 parietale Chromatophoren, die rundlich-schalenartig aussehen und in der Mitte der Zelle einen freien Raum lassen, den Plasma erfüllt. Ein Pyrenoid fehlt. Der Zellkern liegt etwas exzentrisch. Nach *Wille* (108) waren diese Verhältnisse bei Palmodactylon bisher unsicher bekannt.

tritt augenblicklich eine starke Schrumpfung der Gallerthülle ein. Die cylinderartigen Wülste zeigen namentlich an den Stellen zwischen den Zellen Einschnürungen, die Gallerte färbt sich tief dunkelblau. Wäscht man sofort mit Wasser wieder aus, so entfärbt sich die Gallerte nicht mehr gänzlich, auch die Einschnürungen verschwinden nicht vollständig (Taf. 1, Fig. 9). Um die älteren Zellen zeigt sich eine sehr feinkörnige Spezialhülle, ähnlich der um die Zellen bei Tetraspora in Stadien der Teilung. Die Spezialhülle färbt sich etwas dunkler als die gemeinsame Gallerte. Eben geteilte und noch nebeneinander liegende junge Zellen von Palmodactylon zeigen diese Spezialhülle nicht.

Dictyosphaerium.

Dictyosphaerium ist neuerdings von *Zopf* (110) und von *Senn* (97) eingehend beschrieben worden, die auch über die Gallertbildungen bei dieser Alge ausführliche Mitteilung machten. *Senn* fand durch Färbung derselben mit Vesuvin eine strahlige Struktur. Bezüglich der Herkunft der Gallerte ist *Senn* der Ansicht, dass dieselbe nur vom Plasma durch die dünne Zellmembran resp. durch feine Poren derselben, deren Vorhandensein *Senn* jedoch vorläufig nur annimmt, ausgeschieden wird. Ich habe durch Tinktion mit Thionin oder Dahlia ebenfalls die strahlige Struktur der Gallerte sichtbar machen können. Man wird vielleicht doch bei der Entstehung der Gallerthülle von Dictyosphaerium außer der Secernierung der Gallerte seitens des Plasmas noch ein teilweises Vergallerten der Reste der Mutterzellhäute, deren späteres Schicksal sonst unerklärlich ist, mit in Betracht zu ziehen haben, wenn auch der größte Teil der Substanz der Mutterzellhaut zu einer Art Stielbildung benutzt wird, welche die Tochterzellen zu Vieren zusammenhält, bis sie sich wieder teilen.

Pleurococcaceen.

Von den chlorophyllgrünen Algen sind die Gallerthüllen der Pleurococcaceen am wenigsten bekannt, und gerade bei ihnen gelingt es, derartige Hüllen als ziemlich verbreitet nachzuweisen sowohl mit Tusche als mit Sepia, weniger mit Farbstoffen. Zuerst wurde ich auf die Gallerthüllen dieser Algenfamilie bei Staurogenia rectangularis aufmerksam, wo eine derartige Hülle oft schon ohne weiteres zu sehen ist. Später färbte ich in Formol fixierte Stauro-

genia Lauterbornei mit Safranin oder Thionin und wies bei ihr eine sehr weite, strahlige Gallerthülle nach (91). Dies veranlaßte mich weiter auf etwaige Gallerthüllen bei Pleurococcacen zu fahnden. In den Torflöchern von Virnheim fand sich die kürzlich von *Wille* (107) neu beschriebene Staurogenia irregularis, die bei Einbettung in Tusche und darauf erfolgter Tinktion mit Methylviolett eine doppelte Gallerthülle aufwies, von denen die innere strahlige von der äußeren strukturlosen ziemlich scharf geschieden war. Beide hatten nahezu gleiche Dicke (Taf. 1, Fig. 5). Zur Untersuchung kamen außerdem noch folgende Formen:

Tetracoccus.

Eine der häufigsten Algen in den Torfstichen von Virnheim ist Tetracoccus Wildemani, dessen für gewöhnlich schwer sichtbare Gallerthülle, welche die Tetraden oder größere Kolonien umschließt, schon von *de Wildeman* (105) mit Tusche nachgewiesen wurde. Eine Struktur konnte ich mit Farbstoffen leicht sichtbar machen.

Schizochlamys.

Schizochlamys gelatinosa[1]) fand sich vereinzelt in einer farb- und formlosen, nicht mit Kalk inkrustierten Gallertmasse zwischen Wassermoosen im Landstuhlmoor. Die Gallerte färbte sich mit verdünntem Methylenblau (1:1000) nur schwach ohne Kontraktion und ohne irgend welche Struktur zu zeigen. Sie scheint durch Verquellen der bei der Teilung in 2 oder 4 Stücke abgesprengten Mutterzelle gebildet zu werden, wenigstens müssen dieselben an der Bildung der Gallerte teilnehmen; denn es ist nicht einzusehen, wohin sonst bei lebhafter Teilung die vielen abgesprengten Mutterzellhäute kommen sollten. Die Gallerte färbte sich auch dort am stärksten, wohin die Reste der Mutterzellhäute gewöhnlich zu liegen kommen, nämlich ein Stück von den Tochterzellen entfernt, so daß wahrscheinlich bei Schizochlamys die Gallerte einesteils von den Zellen selbst secerniert wird und anderenteils durch Verquellen der Mutterzellhäute entsteht. Ein ähnlicher Vorgang der Entstehung der Gallerthülle muß vorläufig auch für Staurogenia Lauterbornei angenommen werden, da auch bei dieser Alge, wie ich früher zeigte (91), die Mutterzellhäute bei der Teilung gesprengt werden, und Reste derselben

[1]) *Pfitzer* (76) pag. 173 beobachtete Zoosporenbildung bei Schizochlamys: „jede Zelle entlässt eine Schwärmspore". Diese Angabe ist in die besten systematischen Bücher auch der neuesten Zeit nicht aufgenommen.

an den jungen Zellen hängen bleiben, bis sie später verschwinden. Genaueres über die Entstehung der Gallerthüllen kann nur ein eingehendes Studium der Entwickelungsgeschichte derselben bringen.

Dimorphococcus.

Von Dimorphococcus lunatus stand mir leider frisches Material nicht zur Verfügung. Diese Alge scheint in der Umgebung von Heidelberg zu fehlen. Durch Herrn Professor *Schmidle* erhielt ich jedoch reichhaltiges Alkoholmaterial aus Reuthe bei Freiburg i. B., ebenso auch in Formol fixierte Proben. Letztere waren am besten konserviert. Diese von *Alexander Braun* entdeckte Pleurococcacee ist neuerdings von *Knuth Bohlin* (8) wieder untersucht worden, der ebenso, wie schon *Rabenhorst* (78), Abbildungen von ihr giebt und über ihre Entwickelungsgeschichte Mitteilung macht. Über zwei Momente erwähnt er jedoch nichts. Einmal sind bei Betrachtung der Alge mit stärkerer Vergrößerung und Tinktion mit Fuchsin, Safranin oder Methylenblau eigentümliche Membranverdickungen an den beiden Enden der Zellen sehr auffallend, was übrigens *Rabenhorst* l. c. pag. 35 ebenfalls übersehen, *Bohlin* jedoch gezeichnet hat (l. c. Fig. 39 und noch besser Fig. 40), ohne indessen im Texte davon Erwähnung zu thun. Diese Verdickung ist kappenähnlich, sie zeigt sich am äußersten Ende am stärksten und nimmt gegen die mittleren Partien der Zelle schnell an Dicke ab. Sodann tritt bei den angegebenen Tinktionen zwischen den Zellen eines vierzelligen Coenobiums eine Intercellularsubstanz auf, welche stärker tingiert ist, als die übrige Zellhaut mit Ausnahme der Kappenverdickungen. Diese Intercellularsubstanz zeigt Neigung zum Vergallerten und schon *Rabenhorst* bildet ein derartiges in ein kurzes Polster verquollenes Verbindungsstück ab. *Wolle* scheint (109, pag. 56) darauf ebenfalls Bezug zu nehmen, denn er sagt: „sometimes forming coenobia, smaller families of cells connecting by slender, colorless, radiating gelatinous threads". Wie *Bohlin* bemerkt, erwähnt *Wolle* aber nichts über die Entstehung einer derartigen Struktur. *Bohlin* giebt an, daß nach seinen Beobachtungen „die gelatinösen Fäden, welche die Zellen zusammenhalten, nur die Reste der alten Membranen" der Mutterzelle sind. Dies trifft für die Zellen eines freien, vierzelligen Coenobiums nicht zu, wohl aber für Einzelcoenobien einer 16zelligen Kolonie, die durch Teilung jeder der vier Zellen eines Einzelcoenobiums in je vier Tochterzellen entstanden ist. Aber auch da sind die Reste der Membran der Mutterzelle nicht der alleinige Zu-

sammenhang der Coenobien unter sich. *Bohlin* vermutet, daß „durch Verschleimen der Zellwände" der Mutterzelle, die Tochterzellen in ihrer Lage festgehalten werden. Durch Tuscheeinlegung kann man die von *Bohlin* vermutete und die Coenobien in ihrer Lage fixierende Gallerte als weite Hülle um die Kolonie nachweisen; auch um das vierzellige freilebende Coenobium findet sich dieselbe (Taf. 1, Fig. 8). Struktur zeigt sie, soweit meine Untersuchungen reichen, nicht. Nach außen zu nahm die Stärke der Tinktion der Gallerthülle ab.

Oocystis.

Eine ungeteilte Zelle von Oocystis Naegelii aus dem Moor von Virnheim zeigte, in Tusche gebracht, eine weit abstehende, hyaline, strukturlose Gallerthülle, die in einer Breite etwa vom Querdurchmesser der Zelle dieselbe umschloß. Bei beginnender Zellteilung innerhalb der Mutterzellmembran vergrößerte sich die Hülle in demselben Maße, als das Volumen der Zellen zunahm, die noch die alte Membran umschloß. Sie war zuletzt nur als dünnes Häutchen sichtbar, das die acht Tochterzellen umgab. Ein weiteres Entwickelungsstadium ließ die Gallerthülle sehr verquollen erscheinen; sie färbte sich mit Gentianaviolett noch schwach. Dagegen hatte sich eine neue, mit diesem Farbstoff sich viel dunkler tingierende Hülle um die freiwerdenden Tochterzellen bereits gebildet, die ihrerseits wahrscheinlich ihren Ursprung von der verquollenen Mutterzellhaut genommen hatte.

Rhaphidium.

Eine mehr oder weniger weite, hyaline, für gewöhnlich nicht sichtbare Gallerthülle weisen auch Arten von Rhaphidium auf, z. B. Rh. polymorphum, Rh. contortum und das neue Rh. Pfitzeri[1]). Die Gallerthüllen dieser Algen lassen sich nur sehr schwer färben und werden am besten in flüssiger Tusche sichtbar gemacht. Struktur fehlt ihnen. Ihre Gestalt ist bei Rh. poly-

[1]) Diagnose: Familien in einem ellipsoidischen, weiten hyalinen Gallertlager eingebettet. Zellen zu Bündeln vereinigt. Zelle spindelförmig bis stäbchenartig, gerade oder schwach gekrümmt, gleichmäßig breit oder nach den Enden etwas schmaler werdend, 8—12mal so lang als breit. (Breite 1,73 μ, Länge 10—30 μ), an den Enden rundlich abgestutzt. Chlorophor ohne Pyrenoid, in der Mitte auf der ventralen Seite einen halbkreisförmigen farblosen Raum freilassend. Vermehrung durch Längsteilung der Zellen.

Zu Ehren des Herrn Geheimen Hofrates Prof. Dr. *Pfitzer* benannt.

morphum ziemlich kugelig, bei Rh. Pfitzeri (Taf. 1, Fig. 6) ellipsoidisch und bei Rh. contortum länglich cylindrisch, an den Enden abgerundet und zweimal seicht eingeschnürt (Taf. 1, Fig. 7). Sie ist so weit, daß die Spitzen der Rhaphidium-Zellen den äußeren Rand der Gallerthülle nicht erreichen, sondern daß derselbe noch ein ziemliches Stück davon absteht. Am dicksten ist die Gallerthülle bei Rh. Pfitzeri, bei welchem sie, wenn auch undeutlich, mitunter schon ohne Anwendung irgendwelcher Mittel wahrzunehmen ist. Bei Rh. contortum war die Gallerthülle an den schmalen Seiten oft nicht deutlich konturiert (Taf. 1, Fig. 7).

Scenedesmus u. a.

Schließlich zeigte auch Scenedesmus obtusus eine weite Gallerthülle ohne Struktur (Taf. 1, Fig. 4), während S. quadricauda nur Spuren davon aufwies. Von Selenastrum und Kirchneriella sind hüllenartige Gallertbildungen schon früher bekannt geworden.

Desmidiaceen.

Klebs (49) unterscheidet bei den Gallertbildungen der Desmidiaceen zwei Hauptgruppen. Zu der ersten rechnet er solche Formen, „welche entsprechend wie bei den Scheiden der Zygnemeen beständig mit den Zellen in Verbindung sich befinden", und zur zweiten Gruppe gehören nach ihm diejenigen Formen von Gallertbildungen, „welche nur bei bestimmten Anlässen, wie bei der Teilung, der Konjugation oder der Fortbewegung entstehen und infolgedessen auch vielfach den Zellen fehlen können". In Bezug auf die Ausscheidung der Gallerte seitens des Plasmas durch die Membranporen kann aber auch eine andere Einteilung der Gallertbildungen der Desmidiaceen gemacht werden und man kann von einer lokalen Gallertausscheidung und einer allgemeinen sprechen. Zu ersterer sind die Ausscheidung der Intercellularsubstanz und die Gallertstiele zu stellen, zu letzterer gehört die die Zelle vollständig umgebende Hüllgallerte, die im gewöhnlichen vegetativen Zustande der Zellen kugelig, ellipsoidisch oder cylindrisch gestaltet ist und bei Teilung oder Kopulation durch Volumenzunahme mannigfach modifizierte Formen annehmen kann.

A. Lokale Gallertausscheidung.

I. Intercellularsubstanz.

Daß gallertartige Stoffe gleichsam als Kittsubstanz zwischen den Zellen auftreten, ist bei Desmidiaceen lange nicht so häufig, wie bei Diatomaceen, da jene mehr einzeln leben und nur bei einer kleinen Gruppe sich dauernd zu fadenförmigen Zellreihen vereinigen, die von *Kirchner* (48) als Desmidiaceae filiformes bezeichnet worden sind. Es ist *a priori* schon anzunehmen, daß zwischen den Zellen eines derartigen Fadens eine Kittsubstanz vorhanden sein muß, da, wie die Beobachtung leicht zeigt, der Zusammenhang der Einzelzellen ein ziemlich loser ist, und die Fäden namentlich von Gonatozygon und Genicularia, ähnlich denen von Mougeotia, sehr leicht zerbrechen, während dies bei einem lückenlosen Verwachsensein der benachbarten Zellen nicht ohne Verletzung der einen oder anderen Zelle möglich wäre. Die seltene Genicularia stand mir nicht zur Verfügung, dagegen erhielt ich Gonatozygon aus dem Riesengebirge lebend zur Untersuchung. Eine gemeinsame Gallerthülle fehlt dieser Alge. Bei Tinktion der Fäden mit Methylenblau oder Thionin zeigt sich bei hinreichend starker Vergrößerung in der That eine dunkelgefärbte, feine Zwischensubstanz, die benachbarte Zellen verbindet (Taf. II, Fig. 1). Bei längerer Einwirkung verdünnter Natronlauge wird dieselbe aufgelöst, und die Zellen eines Fadens trennen sich von einander. Der gleiche Vorgang geschieht bei Maceration durch Fäulnis. Außer bei dieser Desmidiacee ließ sich auch bei Spondylosium eine Intercellularsubstanz nachweisen (Taf. II, Fig. 2). Sie färbte sich wesentlich stärker als die Hüllgallerte und erscheint bei Tinktion mit obengenannten Farbstoffen als ein tiefdunkler Strich zwischen den benachbarten Zellmembranen.

Sucht man nach Abbildungen dieser Dinge bei anderen Autoren, die fadenförmige Desmidiaceen zeichneten, so findet man nur selten etwas, was auf das Vorhandensein einer Intercellularsubstanz hindeutet. Die diesbezüglichen Abbildungen von *Ralfs* (79) oder von *Delponte* (22), namentlich die des letzteren, bestechen aufs erste durch ihre schöne Ausführung, histologisch richtig sind die meisten nicht. Weitaus das beste in Bezug auf den Bau der Zellmembran und die Zellteilung fadenbildender Desmidiaceen sind die Darstellungen in der Arbeit von *Hauptfleisch* (37).

Auf seiner Tafel I zeichnet er mehrfach bei Hyalotheca dissiliens forma major, bei Bambusina Brebissonii und bei

Didymoprium Grevillii (Fig. 26, 33 und 58) zwischen den Nachbarzellen einen schmal konvexen Raum, der indessen bei dem lebenden Zellfaden keineswegs hohl, sondern mit Intercellularsubstanz ausgefüllt ist. Auf Seite 8 des Textes sagt *Hauptfleisch* betreffs des Zusammenhanges der Zellen bei Hyalotheca mucosa: „Die Mittelschicht dieser Querwand bleibt erhalten und verklebt auch fernerhin die beiden Schwesterzellen. Auf diese Weise wird in den Zellfäden von H. mucosa das dauernde Zusammenhalten der Einzelzellen erzielt." Ferner führt er (pag. 49 in Sep.) von H. dissiliens an, daß bei der Neubildung der Querwand während der Teilung sich diese Wand in ihrem mittleren Teile zu spalten beginnt, ein Vorgang, der höchst wahrscheinlich durch lokales Vergallerten der zuerst angelegten Querwandlamellen bedingt wird. Hinsichtlich des Zusammenhaltens der benachbarten Zellen bemerkt *Hauptfleisch* (pag. 5) von H. mucosa, daß dasselbe einfach durch „Aneinanderhaften der glatten Endflächen der beiden Zellen bewirkt wird; besondere Vorrichtungen, welche die Verbindung zweier Zellen begünstigen könnten, lassen sich nicht erkennen."

Wir haben hier den gleichen Fall bei fadenförmigen Desmidiaceen, wie er bei ebensolchen Diatomaceen (Melosira varians oder M. Binderiana) vorkommt, wo auch die benachbarten Zellen ohne jede direkt nachweisbare Kittsubstanz aneinander zu hängen scheinen[1]). Dieselbe ist wohl nur von solcher Feinheit, daß es bis jetzt nicht gelungen ist, sie mit irgend welchen Mitteln sichtbar zu machen. Daß sie aber thatsächlich vorhanden sein muß, geht daraus hervor, daß bei Behandlung solcher Fäden mit Ammonoxalat, oder bei Maceration der Melosiren mit Salpetersäure und chlorsaurem Kali, oder aber bei Einwirkung von Fäulnis der Zellfaden in die ihn bildenden Einzelzellen zerfällt, weil die Intercellularsubstanz zerstört worden ist.

Bekanntlich fallen auch die einzelnen Zellen der Fäden von Spirogyra, Zygnema und Mesocarpus bei genügender Fäulnis auseinander, und *Klebs* (49) beschreibt von einer Mesocarpus spec. (pag. 378, Taf. III, Fig. 25a—c) einen „linsenförmigen Querraum" zwischen den einzelnen Zellen dieser Alge, der sich bei Kultur in Glykose-Pepton ebenso wie die Gallerthüllen der Zygnemeen lebhaft verdickt, mit Chlorzinkjod gelb färbt und feinkörnig erscheint. *Klebs* bemerkt hierzu, daß bei der schnellen Trennung der einzelnen Zellen eines Mesocarpus-Fadens die zwischen den Querwänden vorhandene Gallerte wesentlich mitwirkt. An lebenden Mesocarpus-

[1]) Siehe Schütt (94) pag. 66.

Fäden aus den Torfstichen von Virnheim beobachtete ich diesen konvexen Querraum sehr deutlich. Mit Methylenblau gefärbte Fäden zeigten ihn scharf hervortretend. *Javelle*'sche Lauge löste die Fäden in die Einzelzellen auf, und diese Kittsubstanz zwischen den Mesocarpus-Zellen ist, analog derjenigen bei den fadenförmigen Desmidiaceen, als Intercellularsubstanz zu bezeichnen.

Diese Intercellularsubstanz ist ein Produkt lokaler Gallertausscheidung. Die Seitenwände der Zellen von Hyalotheca, Desmidium und Didymoprium (siehe *Hauptfleisch* [37] Taf. I, Fig. 17, 29, 42 und Taf. II, Fig. 3 u. 6, sowie eine frühere Arbeit des Verf. [88] Taf. 4, Fig. 7) zeigen eine große Anzahl feiner Poren, durch welche die Gallerte der Intercellularsubstanz ausgeschieden wird, ebenso wie die gemeinsame Hüllgallerte an den Längswänden der Zellen.

II. Gallertstiele.

Eine andere Art von lokaler Gallertausscheidung als die der Intercellularsubstanz ist bei einzellebenden Desmidiaceen die Bildung von Gallertstielen. Die lokale Ausscheidung eines Gallertstieles bei Cosmarium Ungerianum deutet zuerst *Nägeli* (69) an, indem er schreibt, daß bei dieser Desmidiacee „zuweilen bloß eine oder beide Polflächen (Fig. 10a auf Taf. VII B, C), seltener die ganze Oberfläche", mit Gallerte versehen ist. Diese Ausscheidung der Gallerte aus den Zellenden läßt sich bei günstigem lebenden Materiale direkt unter dem Mikroskope bei Einbettung in Tusche verfolgen, wenn man ein Okularmikrometer einlegt und bei möglichst starker Vergrößerung den Vorgang längere Zeit verfolgt. Man sieht dann, wie die Zelle sich fortbewegt, während der zuerst ausgeschiedene Teil des Stieles am Objektträger oder Deckglase festhaftet. Weiter unten soll darauf genauer eingegangen werden.

Der Erste, der eine derartige Bewegung der Desmidiaceen beobachtete, war *Alexander Braun* (10). Er beschreibt dieselbe anschaulich von Penium curtum und weist schon damals auf die richtende Kraft des Lichtes bei der Bewegung der Desmidiaceen hin. Später hebt dann *Stahl* (100), der die Angabe *A. Braun's* übersehen haben dürfte, den Einfluß des Lichtes auf die Bewegung der Desmidiaceen aufs neue hervor, und *Klebs* (50) machte ausführliche Mitteilungen über die Schleimbildung bei derselben, wobei er als Ursache der Ausscheidung der Gallerte eine „Substratwirkung" als Reiz annahm, während *Aderhold* (1) außer dem Lichte insbesondere die Schwerkraft hinsichtlich ihres Einflusses auf die Desmidiaceen bei

der Bewegung in Betracht zog. Endlich sieht *Pütter* (77) mit *Klebs* die stielartige, lokale Gallertausscheidung bei den Desmidiaceen als eine Folge von starken Kontaktreizen des Substrates an und kommt zu dem Ergebnis, „daß wir diesen Organismen positive Thigmotaxis zuzuschreiben haben."

Eine bildliche Darstellung der Gallertstiele der Desmidiaceen finden wir bei *Klebs* ([49], Taf. IV), und zwar von Closterium didymotocum (Fig. 4a, b und Fig. 9), von Euastrum verrucosum (Fig. 12), von Cosmarium pyramidatum (Fig. 13) und von Tetmemorus granulatus (Fig. 14). Ich beobachtete derartige Bildungen bei Closterium Lunula und C. moniliferum, ferner bei Tetmemorus granulatus, bei Euastrum oblongum, Micrasterias rotata und M. denticulata, Cosmarium Botrytis und Pleurotaenium Ehrenbergii.

Die Abbildungen der Gallertstiele von Closterium und Euastrum bei *Klebs* dürften dem natürlichen Zustande nicht ganz entsprechen; denn die betreffenden Objekte wurden von ihm teils mit Sublimat fixiert, teils mit Methylenblau oder Methylviolett gefärbt. Die genannten Stoffe wirken aber stark kontrahierend auf die ausgeschiedenen Gallertstiele, wie ich mich durch mehrfache Versuche überzeugen konnte und auf Taf. II, Fig. 10b dargestellt habe. Bringt man ein lebendes Euastrum oblongum, welches lokale Gallertausscheidung zeigt, in Tusche eingelegt unter das Mikroskop und setzt, indem man mittelst Fließpapier die Tuscheflüssigkeit etwas absaugt, am Rande des Deckglases verdünntes Methylenblau zu, so entsteht sofort, wenn dasselbe an den Stiel kommt, eine Kontraktion der Gallertstiele auf $^1/_3$ der früheren Dicke. Dieselbe Kontraktion findet statt, wenn man an Stelle des Methylenblaus andere Stoffe zuführt, wie verdünnte Sodalösung, Natronlauge, Ammoniak, Essigsäure oder Sublimat. Während der Gallertstiel in normalem Zustande in Tusche eingebettet keinerlei Struktur zeigt und glatte, weiche Ränder aufweist, erhält er nach der Schrumpfung ein lamellöses Aussehen, wie wenn längere oder kürzere Querfibrillen nebeneinander gelagert wären. Die Randkonturen sind rauh. Wäscht man bald die genannten Reagentien wieder aus, so beobachtet man ein plötzliches Aufquellen des geschrumpften Stieles auf seine frühere Dicke; jegliche Struktur ist wieder verschwunden. Setzt man nun wieder eines der obengenannten Reagentien dem Präparate zu, so tritt wieder Schrumpfung ein, und die lammellöse, fibrilläre Struktur wird sichtbar; bei abermaligem Auswaschen verschwindet sie, und die ursprüng-

liche Dicke des Stieles wird durch Quellung wieder hergestellt. Diese Versuche wurden mit gleicher Wirkung an ein und demselben Gallertstiele mehrfach in der beschriebenen Reihenfolge bei Betrachtung mit Öl-Immersion ausgeführt.

Die Ausscheidung der Gallertstiele läßt sich, wie oben schon hervorgehoben, am besten in Tusche verfolgen. Dabei empfiehlt es sich, das Deckglas (Format 24 × 32) mit Wachsfüßchen zu versehen oder durch Deckglassplitter zu stützen, damit die sich bewegenden Objekte in der Flüssigkeit unter dem Deckglase genügende Bewegungsfreiheit haben.

Der Vorgang des Ausscheidens der Gallertstiele geht bei dieser Methode der Beobachtung im allgemeinen folgendermaßen vor sich: Zuerst zeigt das in Tusche gebrachte Closterium moniliferum oder Euastrum oblongum keinerlei Gallerte, weder Gallerthülle noch Gallertstiele. Nach einiger Zeit erscheint an der einen Spitze des Closteriums oder an einem Scheitellappen des Euastrums, dort wo das Chromotophor aufhört, eine zuerst kugelartig gewölbte Gallertmasse, mit der sich die Zelle am Glase festheftet. Allmählich verlängert sich diese helle Masse und schiebt die Zelle äußerst langsam vorwärts, jedoch nicht in gerader Richtung, sondern in einer unregelmäßigen Spirale. Es ist dies eine ähnliche Bewegung, wie ihn die wachsende Wurzel einer Hyazinthe zeigt, wenn man das Mikroskop in geeigneter Weise auf die Wurzelspitze einstellt und das Wachstum eine Zeitlang verfolgt. Diese Spiralbewegung ermöglicht beiden Objekten das Vorbeigleiten an etwaigen Hindernissen, die sich ihnen in den Weg stellen. Durch die Spiralbewegung erhält der Gallertstiel ein mannigfach gekrümmtes Aussehen. Die Ausscheidung der Gallerte geht nicht mit gleicher Geschwindigkeit vor sich; sie ist erst gering, dann nimmt sie bald zu, um allmählich wieder gänzlich aufzuhören. Bei dem auf Taf. II, Fig. 10a von mir gezeichneten Euastrum oblongum, welches einen verhältnismäßig geraden Stiel ausschied, wurde die Geschwindigkeit der Ausscheidung nach Teilstrichen des Ocularmikrometers bei 450facher Vergrößerung gemessen. Die Ausscheidung des in meiner Figur gezeichneten Stieles von E. oblongum begann nachmittags 5.58 und endete 6.54. Das Minimum der Bewegungsgeschwindigkeit zu Anfang betrug 0.4 Teilstriche, das Maximum 2 Teilstriche in 1 Minute. Diese Angaben gelten indessen nur für dieses eine E. oblongum; denn die Geschwindigkeit der Ausscheidung des Gallertstieles ist selbst bei den verschiedenen Individuen von E. oblongum eine sehr

verschiedene und ungleichmäßige. Außerdem ist unbekannt, ob nicht vielleicht doch die Tusche, in der die Bewegung und Gallertausscheidung dieser Desmidiacee beobachtet wurde, irgend welche Reize auf den Organismus ausübt, ebenso die künstliche Beleuchtung und die Konzentration des Lichtes durch den Spiegel des Mikroskopes und den Kondensor.

Nachdem bei Closterium moniliferum die Ausscheidung der Gallerte auf der linken Seite (Taf. II, Fig. 4) aufgehört hatte, begann dieselbe in gleicher Weise auf der rechten. Nach eineinhalbstündiger Dauer hörte sie ganz auf. Bei Closterium Lunula (Taf. II, Fig. 3), das entgegengesetzt den Behauptungen von *Hauptfleisch* (37) und *Lütkemüller* (64) ausnahmsweise mit einer Hüllgallerte umgeben ist, die ich bei anderen Closterium-Species sonst nie sah, ist die Gallertausscheidung der Stiele in den mir bekanntgewordenen Fällen eine weniger schnelle als bei C. moniliferum.

Bei Erwägung der verhältnismäßig großen Massen von Gallerte, die z. B. von Closterium moniliferum ausgeschieden werden und zwar in relativ kurzer Zeit, (bei lebhaft vegetierenden Zellen ist dies noch in weit höherem Maße der Fall), könnte man sich leicht über die bei derselben geleistete Arbeit falschen Vorstellungen hingeben. Im Grunde genommen dürfte der Verbrauch von Stoff und Kraft seitens des Plasmas lange nicht so bedeutend sein, als es auf den ersten Anblick erscheint, da die Gallerte jedenfalls wenig organische Substanz und viel Wasser enthält.

Eine geringe, aber beliebige Zeit lang dauernde Ausscheidung eines kolloidalen Körpers, der bei Kontakt mit Wasser stark quillt, ruft die Bildung jener langen Stiele (und ebenso der weiten Hüllen) hervor, ohne daß das Protoplasma mit der Gallertbildung verschwenderisch umzugehen braucht. Daß der Wassergehalt der Gallerte der Algen außerordentlich hoch ist, läßt sich an makroskopisch sichtbaren Algen mit starker Gallertbildung, z. B. an Nostoc pruniforme, leicht nachweisen. Dieser Nostoc bildet bis hühnereigroße Gallertellipsoide, die beim Austrocknen so zusammenschrumpfen, daß sie nur ein ziemlich dünnes, hornartiges Häutchen zurücklassen; auch dieses besteht zum größten Teile aus der nach Art einer Cuticula (*Brand* [9] pag. 3 u. folg.) verdickten Außengallerte des Nostoc-Thallus. Noch besser kann man den Wassergehalt der Algengallerte demonstrieren, wenn man $^1/_3$ Liter Tetraspora auf einer etwa 10 bis 15 cm im Durchmesser haltenden Fläche eintrocknen läßt, wobei

ebenfalls der Rückstand nur von geringer Dicke ist. Nach *Nägeli* (71) kommen in der gallertartigen Umhüllung der Nostocaceen und Palmellaceen auf 1 Teil fester Substanz 200 und mehr Teile Wasser.

An dieser Stelle sei auch noch einer anderen, bisher wenig oder gar nicht beachteten Bewegungserscheinung der Desmidiaceen gedacht, die fadenförmigen Arten mit Gallerthüllen, wie Hyalotheca, Desmidium oder Didymoprium, aber auch anderen Konjugaten, z. B. den Spirogyren (siehe *Hofmeister* 43) zukommt, welche sämtlich wie die Oscillatorien an den Wänden von Kulturgefäßen aus Glas ein Stück hinauf, oder aus dem sie bedeckenden Schlamme heraus auf dessen Oberfläche kriechen können. Ich verfolgte diese Art der Bewegung längere Zeit an reichem Materiale von Desmidium quadrangulare aus einem Teiche bei Trachenberg in Schlesien (88). Die Fäden der genannten Desmidiacee, die ziemlich lang und schon makroskopisch sichtbar waren, fühlten sich schleimig an und zeigten auch bei mikroskopischer Betrachtung in feinzerteiltem Detritus eine dicke Gallerthülle, die allerdings l. c. Fig. 7 durch Behandlung mit Methylenblau geschrumpft ist. Außer der Gallerthülle wies meist nur das eine Ende einen längeren oder kürzeren Gallertstiel auf, ähnlich demjenigen, den *Lauterborn* (57) Taf. X, Fig. 9 bei Oscillatoria abbildet. Bei Desmidium war der Stiel jedoch viel dicker. Auch sonst gleicht die Bewegung, abgesehen von der geringen Geschwindigkeit derselben, der der Oscillatorien-Fäden. Die Desmidium-Fäden drehen sich langsam um ihre Achse, sie krümmen sich, auf ein Hindernis stoßend, mitunter auch etwas, doch nie so stark, wie dies bei Oscillatoria-Fäden vorkommt. Während *Engelmann* (24) für letztere kontraktiles Protoplasma als bewegenden Faktor annimmt und zu beweisen sucht, führte *Lauterborn* die Bewegung der Oscillatorien auf Gallertbildung zurück, und ich stehe nicht an, auch die Ortsveränderung der Desmidium-Fäden der Sekretion und Quellung von Gallerte zuzuschreiben. *Correns* (21) meint, daß daraus, „daß ohne Gallertabsonderung keine Bewegung der Oscillatorien möglich ist, nicht geschlossen werden darf, die treibende Kraft liege in der Ausstoßung der Gallerte". Eine Quellung der secernierten Gallerte zieht *Correns* nicht in Betracht. Übrigens findet sich auch bei Nostoc zu gewissen Zeiten oder unter besonderen Kulturbedingungen eine derartige Bewegungserscheinung. Nostoc humifusum, den ich aus einem Warmhause des hiesigen botanischen Gartens erhielt, wächst dort in erbsen- bis haselnußgroßen, schwärzlichbraunen Lagern im August auf feuchten Ziegeln zahlreich. Bringt man derartige

Lager in ein Glasgefäß und übergießt sie 1 cm hoch mit Wasser, so daß sie davon gänzlich überdeckt sind, so bemerkt man nach einigen Tagen, daß namentlich an der Seite des Gefäßes, die dem Lichte zugekehrt ist, eine große Anzahl Nostoc-Fäden die Gallertlager verlassen haben und an den Wänden des Gefäßes in die Höhe gekrochen sind und zwar bis 2 cm über die Wasseroberfläche. Außer dem Licht mag vielleicht das Sauerstoffbedürfnis richtend auf die Bewegung dieser Nostoc-Fäden einwirken. Dieselben waren mit einer in Tusche sichtbar zu machenden Gallerthülle umscheidet, doch habe ich umsonst versucht, die Bewegung auf dem Objektträger in Tusche zu verfolgen.

B. Hüllgallerte.

I. Das Fehlen der Hüllgallerte.

Während das Vorhandensein einer Intercellularsubstanz bei den Diatomaceen häufiger vorkommt als bei den Desmidiaceen, ist bei diesen ein weitaus häufigeres Vorkommen von Gallerthüllen zu konstatieren. Es ist demnach nicht zutreffend, wenn *Klebs* (49) pag. 380 schreibt: „Von den zahlreichen, einzellebenden Desmidiaceen ist es relativ nur eine kleine Anzahl Formen, welche konstant von Hüllgallerte umscheidet sind.“ In Wirklichkeit ist gerade das Gegenteil der Fall, indem die konstante Hüllgallerte nur wenigen Arten fehlt. Nach den Untersuchungen von *Hauptfleisch* (37), *Lütkemüller* (64) und denen des Verfassers mangelt die Hüllgallerte nur den Gattungen Closterium, Penium und Euastrum. Für die meisten Species dieser Genera sind Poren in der Membran nachgewiesen, die man namentlich an maceriertem Material beim Einlegen in konzentriertes essigsaures Kali gut wahrnehmen kann, wenn man die betreffenden Zellen mit einer Mischung von Methylenblau und 1 bis 2 % Borsäure vorher tingiert hat. Der Nachweis einer Gallerthülle bei den angeführten Genera gelang mir nur bei Closterium Lunula (Taf. II, Fig. 3) bei Einlegung in Tusche. Alle anderen Closterien, z. B. parvulum, moniliferum, striolatum, costatum, ferner Penium digitus, lamellosum, oblongum, margaritaceum, sowie Euastrum verrucosum, pectinatum, oblongum, crassum, didelta, ansatum und elegans zeigten, lebend in Tusche liegend, niemals Gallerthüllen. *Hauptfleisch* giebt über die Gallerthülle von Euastrum keine Auskunft. Das Fehlen derselben ist um so befremdlicher, wenn man die nahe Verwandtschaft dieser Gattung mit Cosmarium einerseits und Micrasterias andererseits in Betracht zieht, die

beide Gallerthüllen aufweisen. *Klebs* will bei Euastrum ansatum, pectinatum und oblongum, sowie bei E. verrucosum „Gallertmassen" gesehen haben (49, pag. 387), möglicherweise handelt es sich aber um solche lokale Gallertausscheidung, wie sie bei der Stielbildung secerniert wird. Ein Teil der Gattung Penium besitzt keine bisher nachweisbaren Poren in der Membran, z. B. Penium Brebissonii, ebenso die Gattung Gonatozygon.

II. Das Vorkommen von Hüllgallerte.

Bei der größeren Mehrzahl der Desmidiaceen ist, wie aus den Angaben von *Hauptfleisch* hervorgeht, und ich des weiteren bestätigen kann, eine mehr oder weniger weite, am besten in Tusche oder in natürlicher Sepia sichtbare Hüllgallerte vorhanden. Mitunter ist dieselbe schon ohne Anwendung dieser Hilfsmittel zu sehen, wenn sie eine gewisse dichtere Konsistenz hat, so bei Hyalotheca, Arthrodesmus convergens, Xanthidium fasciculatum. *Nägeli* (69) beschreibt eine Hüllgallerte bei Cosmarium, die er als „Hüllmembran" bezeichnet, „bestehend aus einer breiten Lage farbloser Gallerte, welche die Zelle überall umgiebt". Auf seiner Taf. VII, Fig. A 6 giebt er eine Abbildung derselben bei Cosmarium rupestre.

Nägeli hat weder in Tusche eingelegt, noch gefärbt und bemerkt weiter von der Hüllgallerte, daß sie „zuweilen scharf begrenzt, zuweilen undeutlich umschrieben und zuweilen überall behaart erscheint." Ferner teilt er mit, daß die „Härchen", für die er die strahlige Struktur der Hüllgallerte hält, ebenso wie Gallerte selbst, „durch die eigentliche Membran hindurch ausgeschieden" werden müssen; denn die letztere bleibt unverändert (pag. 117). Die Ausscheidung geschieht nach *Nägeli*, da die Zahl der „Härchen" mit denen der Poren übereinstimmt, durch die porösen Durchbrechungen der Membran, und durch Zusammenfließen der ausgeschiedenen Gallerte entsteht die Hülle. Somit ist es das Verdienst *Nägeli's*, schon 1849 den Vorgang der Gallertausscheidung durch die Poren im allgemeinen richtig wahrgenommen und gedeutet zu haben. Er drückt sich über die Poren der Membran allerdings sehr vorsichtig und vermutungsweise aus, da, wie er meint, „diese Punktierung der Membran an der Grenze des durch die jetzigen Instrumente sichtbar zu machenden" liegt. *Nägeli* hat aber auch schon das gesehen und gezeichnet, was wir heute als „Porenorgane" bei Desmidiaceen bezeichnen, und zwar fand er diese Organe, die er für „haarförmige Stacheln" (pag. 126) hält, bei Staurastrum pilo-

sum (l. c. Taf. VIII, A 4). *Klebs* (49) und *Hauptfleisch* (37) haben später mit basischen Teerfarbstoffen die Hüllgallerte und ihre Struktur deutlicher sichtbar gemacht auch bei solchen Formen, bei denen sie ohne Anwendung von Hilfsmitteln nicht bemerkbar war; doch hat diese Methode den Nachteil, daß Schrumpfungen der Gallerthülle dabei unvermeidlich sind. Dieselben umgeht man beim Einlegen in Tusche oder Sepia, die sich, so weit sich jetzt beurteilen läßt, neutral zur Gallerte verhalten.

Die Struktur der Hüllgallerte kann mitunter fehlen, z. B. bei Arthrodesmus Incus und A. octocornis (Taf. II, Fig. 9), wo ich sie vergeblich sichtbar zu machen versucht habe, ebenso bei Staurastrum teliferum (Taf. II, Fig. 14) u. a. Mitunter erstreckt sie sich nur auf die inneren Teile der Hüllgallerte, wie bei Hyalotheca dissiliens, bei Cosmarium-, Spondylosium- und Micrasteriassp. Manchmal reicht sie bis an die äußere Kontur der Gallerte, wie bei Disphinctium connatum (Taf. II, Fig. 6) oder bei Staurastrum pseudofurcigerum (Taf. II, Fig. 17a, b). Im Anschluss hieran sei die strukturlose Gallerthülle von Spirotaenia erwähnt. Es gelang mir zwar, dieselbe in Tusche nachzuweisen, aber ich bemühte mich umsonst mit Anwendung einer größeren Reihe von entsprechenden Farbstoffen eine Tinktion derselben herbeizuführen. Die Gallerte färbte sich überhaupt nicht, oder nur minimal und ungleichmäßig. Mehr Erfolg hat *Pfeiffer v. Wellheim* mit seiner „Eisenkarminfärbung" gehabt (73), der damit diese Gallerte distinkt färbte, ohne eine bestimmte Struktur erkennen zu können.

Hauptfleisch erwähnt bei Cosmarium Phaseolus (pag. 30 in Sep.) außer der innern strukturierten Gallerthülle noch eine äußere, in der er keine Struktur nachweisen konnte (Taf. II, Fig. 53 l. c.) und meint, daß dabei „eine gequollene Membran und keine Desorganisation der Gallerte" vorliege. Weiter führt er noch einen Fall an, daß sich bei dieser Species auch zwei Gallertschichten übereinander fanden, von denen die ältere äußere in Desorganisation begriffen sei. Als Beweisgrund für die Desorganisation der äußeren Gallerte hält er den Umstand, daß sie weniger dicht als die innere sei, weil sie sich weniger intensiv färbt. *Klebs* (49) hat bei Hyalotheca etwas ähnliches beobachtet (l. c. Taf. VI, Fig. 1 f) und bemerkt, daß er drei „Generationen der Gallerte" resp. deren Stäbchenstruktur sah. Er vermutet, daß dies besonders bei solchen Individuen vorkommt, welche wenig Teilung erfahren und lebhaft Gallerte bilden, wobei die alte äußere Gallerthülle allmählich verquillt.

Mit diesen Ansichten von *Klebs* und *Hauptfleisch* stimmen meine Beobachtungen ziemlich überein. Die Figuren 53, 54 und 62 auf Tafel II von *Hauptfleisch* geben die oben angeführten Details in der Hauptsache richtig wieder: durch kombiniertes Verfahren der Tuscheeinbettung und Färbung konnte ich diese Verhältnisse noch deutlicher zur Ansicht bringen, und zwar bei einem dem von *Hauptfleisch* gezeichneten Cosmarium Phaseolus sehr nahestehenden C. nitidulum (Taf. II, Fig. 7). Ich fand drei nahezu gleich dicke Gallertschichten, von denen besonders die äußerste von der mittleren nicht durch eine scharfe Linie getrennt war. Die innerste und wohl jüngste Schicht zeigte deutliche Stäbchenstruktur, wie sie auch *Hauptfleisch* abbildete. Die Stäbchen waren dicht an der Zellmembran am dicksten und nahmen an Stärke nach außen zu immer mehr ab. Die innerste Hülle wurde von einer zweiten nach außen umgeben, welche zwar die Stäbchenstruktur noch einigermaßen, aber schwächer zeigte, gerade so, wie bei der zweiten Gallerthülle auf der linken Seite des Cosmariums (Fig. 62) bei *Hauptfleisch*, aber außerdem noch ein feinkörnig punktiertes Aussehen zwischen den verblassenden Stäbchen aufwies. Beide Hüllen, die innerste und die mittlere, färbten sich noch, die innere stärker als die mittlere, die Stäbchen stets am stärksten. Zu äußerst wurde bei der Tuscheeinbettung noch eine dritte Gallerthülle sichtbar, die *Hauptfleisch* ebenfalls teilweise zeichnet (Fig. 62 l. c.), die er aber für eine „Hüllmembran" hält. Er sagt, daß dieselbe schon bei geringem Farbenzusatz sehr schnell einschrumpfte und sich bis an die Gallerte zusammenzog. Ich halte diese äußere Hülle, schon des Schrumpfens bei Farbstoffzusatz wegen, nicht für eine Hüllmembran, sondern für eine Hüllgallerte, die am meisten desorganisiert ist. Sie färbt sich nicht mehr und ist nach außen zu nicht deutlich konturiert; irgendwelche Struktur mangelt.

Das Verhalten der Gallerthülle bei der Teilung der Desmidiaceenzellen wurde bei Staurastrum orbiculare und bei Disphinctium connatum genauer untersucht. Das erstere gehört zu derjenigen Gruppe von Staurastren, die eine sehr enge Gallerthülle haben, welche sich für gewöhnlich fast gar nicht oder doch nur sehr wenig von der Zellhaut abhebt. In einer Probe vom Kümmelbacher Hofe bei Heidelberg befanden sich die Zellen mehrfach in Teilung, und Einlegung in Tusche, verbunden mit Tinktion, ergab, daß die schmale Gallerthülle um die alten Zellhälften sich distinkt färbte, während die neugebildeten Zellhälften der Tochterzellen von einer relativ weiten, aber viel schwächer gefärbten Gallerthülle umgeben waren.

Die geringere Tinktionsfähigkeit wird man dahin zu erklären haben, daß die Gallerthülle um die jungen Zellhälften durch Dehnung bedeutend weniger dicht ist, als die um die alten Zellhälften (Taf. II, Fig. 13). Bei einem weiter fortgeschrittenen Stadium der neuen Zellhälftenbildung wird die dieselben umgebende Gallerte noch weniger dicht, dann löst sie sich gänzlich auf. Die jungen, zur Größe der Mutterzellhälfte herangewachsenen Tochterzellhälften, sowie die alten Mutterzellhälften, scheiden nun neue Hüllgallerte aus, die als schmale Scheide die ganze Zelle umgiebt. Wie intensiv nach erfolgter Neubildung der Tochterzellhälften die Gallertausscheidung um dieselben vor sich geht, illustriert ein diesbezügliches Stadium nahezu vollendeter Teilung bei Disphinctium connatum (Taf. II, Fig. 6). Die neuen Zellhälften waren bei dieser Species im vorliegenden Falle fertig ausgebildet, hingen aber noch mit den Scheiteln zusammen. Gerade diese Zone um die Scheitel färbte sich am tiefsten und trat auch weiter über die Außenseite der gemeinsamen Gallerthülle hervor. Die Strahlen der Gallertstruktur erschienen an der betreffenden Stelle geradezu wie zu Bündeln gehäuft.

Einer mündlichen Mitteilung des Herrn Geheimrat *Bütschli* zufolge findet bei der Teilung von Bakterien ein dem eben von Disphinctium beschriebenen Vorgange sehr ähnlicher statt, indem auch die Tochterzellen dieser Mikroorganismen, ehe sie sich nach der Teilung von einander trennen, bei entsprechender Tinktion an den sich berührenden Scheiteln eine sehr stark tingierbare Zone aufweisen.

C. Die Porenorgane.

Sehr eigentümliche Bildungen außerhalb der Zelle lebender oder gut fixierter Desmidiaceen lassen sich bei Didymoprium, Sphaerozosma, sowie bei verschiedenen Species von Cosmarium, Micrasterias, Pleurotaenium, Xanthidium und Staurastrum mitunter schon im ungefärbten, besser und deutlicher aber im gefärbten Zustande bei Betrachtung mit starken Systemen wahrnehmen. Wie schon angeführt, fand sie *Nägeli* bei Staurastrum zuerst auf. *Klebs* (49) zeichnete sie bei Pleurotaenium Trabecula und bei P. truncatum. (l. c. Taf. IV, Fig. 10 u. 11b) und erwähnt sie im Texte (pag. 380) als punktförmige Erhebungen an der Zellwandoberfläche. *Hauptfleisch* (37), der dieselben mehrfach beobachtete, nennt sie „Porenknöpfchen", weil sie sich direkt an der Stelle finden, wo die Poren der Zellmembran anzutreffen sind.

In Figur 45 seiner Tafel 1 stellt er bei Didymoprium dar, wie von dem durch Alkohol oder Glycerin plasmolysierten Zellinhalte feine Plasmafäden in die Poren der Membran hineingehen, auf denen dann die Porenorgane sitzen. *Hauptfleisch* glaubt deshalb annehmen zu müssen, daß die Porenorgane plasmatischer Natur sind und er nennt sie l. c. pag. 24 und 25 direkt „Plasmaknöpfchen". Ähnliche Versuche an Closterien führte *Klebs* (49) aus und zwar durch Salzsäure, und er fand, daß dann der Plasmaleib mit der Zellhaut durch zarte Fäden in Verbindung blieb, die von der Innenseite der durch Poren perforierten Endkappen der Closterienzelle zu dem kontrahierten Plasma in mehr oder weniger großer Dicke gespannt waren. Mir gelang dieser Versuch bei Pleurotaenium Ehrenbergii, doch muß man die plasmolysierenden Reagentien vorsichtig anwenden, sonst geschieht die Plasmolyse zu plötzlich und zu stark, und die Fäden reißen ab. Benutzt wurde Glycerin.

Daß also Plasma bis in die Poren der Membran hinein vorkommt, scheint durch obige Versuche festgestellt zu sein; daß es aber aus den Poren außen weit heraustreten sollte, um die sogenannten Plasmaknöpfchen zu bilden, halte ich nicht für richtig. Deshalb bezeichnete ich mit *Lütkemüller* (64) die in Rede stehenden Gebilde einfach als „Porenorgane". Da sie sich nur mit den Farbstoffen färben, die auch die Gallerte tingieren, so dürften sie sich auch aus nichts weiter als aus sehr dichter Gallerte, die eben aus den Poren herauskommt, bestehend erweisen. Sie sind mitunter von den Strahlen der Gallerte fast nicht zu unterscheiden und können in recht verschiedener Gestalt und Länge auftreten, ohne oder mit Stiel und Köpfchen versehen, und am freien Ende büschel- oder pinselartig zerschlissen sein.

Hauptfleisch giebt für Micrasterias pinnatifida l. c. pag. 77 in der Figurenerklärung zu Tafel III, Fig. 7—9 an, daß bei Fig. 7 mit sehr verdünntem Gentianaviolett gefärbt wurde; dabei zeigen sich die Porenorgane kugelig und ungestielt, ohne Büschelstrahlen. Bei Fig. 8 und 9 wurde mit einer Lösung von konzentriertem Gentianaviolett gefärbt, und es zeigten sich die ehedem kugeligen Porenorgane in Büschelstrahlen vollkommen aufgelöst. Denselben Einfluß einer verdünnten und einer konzentrierten Lösung von Fuchsin führt er bei Micrasterias truncata pag. 76 und Taf. III, Fig. 2 u. 3 und bei Staurastrum bicorne an. Starke Konzentration des Tinktionsmittels kann also die Porenorgane in gewissen Fällen in Strahlen der Gallertstruktur auflösen, woraus wohl zur Genüge hervorgeht, daß die Porenorgane keine plasmatischen Gebilde, sondern, wie schon angegeben, nur modifizierte Gallertbildungen sind.

Bei Cosmarium bioculatum (Taf. II, Fig 8) von Virnheim ließen sich bei längerer Einwirkung einer verdünnten Thioninlösung und Einlegung in Tusche zunächst eine kugelige, weitabstehende, farb- und strukturlose Hüllgallerte wahrnehmen, außerdem aber noch kleine, ganz kurzgestielte Porenorgane, die ein winziges abgerundetes Köpfchen tragen und über die sich Gallertkappen von dichterer Konsistenz als die weite Hüllgallerte wölbten.

Deutlicher als bei diesem kleinen Cosmarium konnte ich die Porenorgane bei Micrasterias-Species erkennen. *Hauptfleisch* fand sie bei M. truncata und behauptet, daß bei M. rotata und M. denticulata von ihm niemals Gallerte und Porenorgane gesehen wurden, was bereits *Lütkemüller* (l. c. pag. 8 in Sep. Fußnote) widerlegt, der bei diesen Species stets Porenorgane und Gallerte fand. Ich kann letzteres nur bestätigen; es gelang mir außerdem mit Tuscheeinlegung sogar eine doppelte Gallerthülle bei M. Crux-Melitensis zu konstatieren (Taf. II, Fig. 11), eine breitere, äußere, hyaline und eine schmalere, mit Methylenblau sich schwach blaufärbende Hülle, bis an deren Kontur sehr kräftige und dickgestielte Porenorgane aus den Poren der Membran, die übrigens sehr unregelmäßig verteilt sind, hervortreten. Etwas abweichend zeigten sich die Gallerthülle und die Porenorgane bei M. denticulata (Taf. II, Fig. 12ab). Hier war die tingierbare Gallerthülle, (eine hyaline Außengallerte fehlte), wenn man dasselbe Verfahren wie bei M. Crux-Melitensis anwendete, verhältnismäßig breiter, die Porenorgane zeigten sich jedoch hinsichtlich ihres Stieles und ihres Köpfchens viel feiner, und von letzterem strahlten Büschelfäden aus, wenn stärkere Methylenblaulösung zur Verwendung kam. Es war sogar möglich bei noch stärkerer Konzentration die Köpfchen, wie es *Hauptfleisch* gezeigt hatte, vollkommen in Büschel aufzulösen. Wenn dagegen sehr stark verdünnte Lösung von Methylenblau zugesetzt wurde, so färbten sich diese Porenorgane viel eher als die Hüllgallerte.

Die vielseitigste Ausbildung und Anordnung der Porenorgane findet sich bei der Gattung Staurastrum. Wie bekannt, ist dieselbe neben Cosmarium überhaupt die artenreichste Desmidiaceengattung. Es ist deshalb nicht leicht möglich alle Species zu berücksichtigen. Bei den von mir untersuchten mögen wieder nur bestimmte Typen zur Besprechung kommen.

Zunächst sei darauf hingewiesen, daß nicht alle Arten von Staurastrum Porenorgane haben auffinden lassen. Es gelang dies nicht bei Staurastrum teliferum (Taf. II, Fig. 14). Bei Stau-

rastrum cuspidatum sind sie merkwürdigerweise nur an den Enden der Zelle um die Basis der Stachel vorhanden (Taf. II, Fig. 15). Sie sind hier sehr kurz gestielt; soweit sich erkennen läßt, ist das Stielchen überall gleichmäßig dünn und das Köpfchen kugelig. Dieselbe Anordnung der Porenorgane fand ich auch bei einer anderen Form von S. cuspidatum. Etwas länger, aber sonst von gleicher Gestalt und über die ganze Zelle mit Ausnahme einer Zone am Isthmus verteilt, zeigten sich die Poren bei S. Zachariasi (90, Taf. II, Fig. 4). Bei S. pseudofurcigerum waren dagegen die Porenorgane von dem bisher beschriebenen Aussehen abweichend, indem das Köpfchen fast fehlte (Taf. II, Fig. 17); dafür nahm aber der Stiel von innen nach außen an Dicke zu und dort, wo sonst das Köpfchen sitzt, war höchstens eine minimale Anschwellung vorhanden, die oft nicht vorhanden war. Von S. pseudofurcigerum kam auch eine Zelle zur Beobachtung, bei welcher infolge der Vermehrung durch Teilung die verschieden alten Hälften sich hinsichtlich der Anwesenheit von Porenorganen verschieden verhielten. Bei Einlegung in Tusche erschienen zwar beide Zellhälften mit Gallerte umhüllt, aber nur die linke ältere Zellhälfte wies Porenorgane auf (Taf. II, Fig. 17), die jüngere rechte Hälfte, deren Gallerte sich auch schwächer tingierte, hatte noch keine Porenorgane. S. lunatum (Taf. II, Fig. 18) ist dadurch bemerkenswert, daß bei ihm wie bei der vorher genannten Species die Stielchen der Porenorgane auch nach außen zu gerichtet immer dicker werden und allmählich eine nagelkopfähnliche Form annehmen. Die Anzahl der Porenorgane variiert mitunter, wie ja auch die Porenzahl bei einer und derselben Species oft inkonstant ist (Fig. 16a u. b). Verhältnismäßig lange Porenorgane hat S. Dickieï (Taf. II, Fig. 18). Das distale Ende derselben zeigt eine flache Einschnürung. Bemerkt sei noch, daß zur besseren Sichtbarmachung der Porenorgane bei Staurastrum nur sehr verdünnte Farbstofflösungen zur Anwendung kamen, und die oft weite Hüllgallerte in Tusche erkennbar war.

D. Verbindungsfäden.

Mit den Porenorganen höchst wahrscheinlich homologe Gebilde sind die von *de Bary* bei Cosmocladium saxonicum zuerst beschriebenen sogen. Verbindungsfäden (3). Er verglich sie mit den Klammern zwischen je zwei Zellen eines Fadens von Sphaerozosma, die jedoch, wie aus den Abbildungen von *Hauptfleisch* ([37], Taf. II, Fig. 16, 21, 22 u. 27) hervorgeht, und wie ich mich an maceriertem Materiale von Virnheim überzeugte, Bildungen der Zellhaut, und

zwar zapfenartige Ausstülpungen derselben, sind. Wie ich früher schon nachgewiesen (87), nehmen jene Verbindungsfäden aus Poren einer siebplattenartigen Perforation der Membran an der Basis der Halbzellen von Cosmocladium ihren Ursprung. Wie die Porenorgane nur stets über den Poren stehen, so fanden sich auch die Verbindungsfäden einzig und allein an den Stellen, wo die Perforationen der Membran gelegen sind. Aus diesem Grunde nehme ich Veranlassung, die Porenorgane mit den Verbindungsfäden zusammenzustellen. Aber auch noch andere Gründe sprechen für eine solche Homologie. Bei Einwirkung von verschiedenen Reagentien, Schwefel-, Salz-, Essig- oder Milchsäure, Natronlauge oder Ammoniak, verschwinden die Verbindungsfäden, wie die Porenorgane, als wären sie aufgelöst. Mit sehr verdünnten basischen Teerfarbstoffen färben sie sich ebenso wie die Porenorgane stärker als die Hüllgallerte. In der Mitte jedes Verbindungsfadens findet sich eine länglich-ellipsoidische, knötchenartig verdickte Anschwellung des Fadens. *De Bary* möchte annehmen, daß diese Anschwellung „eine Entstehung aus zwei Hälften andeutet." Dies scheint in der That der Fall zu sein.

Denken wir uns, daß das Porenorgan der einen Zelle mit seinem Köpfchen an das Köpfchen des Porenorgans der Nachbarzelle anstößt und mit ihm verschmilzt, was ja bei gallertigen Organen nicht außerhalb der Möglichkeit liegt, so haben wir den Verbindungsfaden mit seiner mittleren Verdickung. Auch *Wille* (108) hält (pag. 11 in Sep.) die Verbindungsfäden für „Schleimfäden", und schon *de Bary* giebt an, daß dieselben aus Gallerte bestehen, „von ähnlicher Zusammensetzung, wie die gelatinösen Umhüllungen der Desmidiaceen." Ich hielt diese Verbindungsfäden, da sie durch Poren der Membran aus dem Innern der Zelle herauskommen, früher für Plasmaverbindungen (l. c. pag. 22), bin aber nach meinen neueren Untersuchungen an den zahlreichen Porenorganen der Staurastren nun zu der Ansicht gelangt, daß die Verbindungsfäden nichts als zusammengeflossene Porenorgane sind. Ich hatte früher auch viel zu konzentrierte Farbstofflösungen angewendet, die die Gallerte meist sehr schrumpfen ließen, ebenso wie dies Säuren und konzentrierte Alkalien thun, und wodurch die Verbindungsfäden aufgelöst wurden und verschwanden. Bei Anwendung von sehr verdünnten Tinktionsmitteln und langsamer Einwirkung derselben auf das Objekt konnte ich die Verbindungsfäden von Cosmocladium subramosum aus Virnheim sehr deutlich sichtbar machen. Wie wir bei Staurastrum pseudofurcigerum Porenorgane sahen, die kein Köpfchen trugen, so bietet diese Cos-

mocladium-Species Verbindungsfäden, die keine mittlere Verdickung wie die von C. saxonicum aufweisen. Dagegen sind dieselben anderweitig merkwürdig modifiziert. Betrachtet man das sehr kleine C. subramosum bei tausendfacher Vergrößerung und bei entsprechender Tinktion, so bemerkt man in der Mitte jedes Fadenpaares, dort wo bei C. saxonicum die knötchenartige Verdickung sich befindet, bei Scheitelansicht der Familie einen dritten Faden, der wie eine verbindende Brücke von einem Faden der beiden parallelen Verbindungsfäden zum anderen hinübergeht. Am Ausgangs- und Endpunkte dieser Fadenbrücke erhebt sich fast senkrecht auf ihr und den Verbindungsfäden je ein kurzes Fadenstück, das entweder oben umgebogen oder mitunter sogar in zwei Teile gespalten ist (Taf. II, Fig. 5). Bei Teilungsstadien der stets vierzelligen Familie von Cosmocladium subramosum (Taf. II, Fig. 5) ist sogar auf der Mitte der Fadenbrücke noch ein drittes solches Fadenstück zu sehen. Bei der Teilung der Familie findet eine successive Drehung der Zellen statt.

Ich halte es nicht für wahrscheinlich, daß Plasma aus den Zellen der Desmidiaceen durch die Poren der Membran austritt. Die Poren dienen vielmehr nur zur Gallertausscheidung. Gebilde, welche den Porenorganen in ihrer äußeren Gestalt ähnlich sind, bildet *Cienkowski* ([15], Taf. 1, Fig. 37 und 38) bei seiner Chlamydomonas rostrata ab und beschreibt sie als „geknöpfte Protoplasmafäden", die von der Oberfläche des Schwärmers gegen die Hülle hin ausstrahlen. Sie bestehen ebenfalls aus einem feinen Stiel und einem Köpfchen. Ihre Länge ist sehr verschieden, oft werden sie eingezogen, wodurch der „Schwärmer" (oder besser der Protoplast des Schwärmers) „eine wie mit Körnchen bestreute Oberfläche bekommt". Auch bei Gloeococcus werden von *Cienkowski* (l. c. Fig. 39 und 40) Kolonien gezeichnet, „an denen man die Plasmastrahlen sehr klar zur Ansicht bekommt". Bekannt ist auch von Haematococcus, daß dessen Protoplast pseudopodienartige Ausläufer strahlig zur Hüllmembran ausgehen läßt, was schon am Anfang des vorigen Jahrhunderts *Girod de Chantrans* richtig zeichnete (26) und später *Cohn* (19), *Stein* (101) und namentlich *Blochmann* (7) darstellte und beschrieb. Diese Plasmastrahlen leiten, wenn sich einzellige Volvocaceen zu Kolonien vereinigen, zu den Protoplasmaverbindungen über, wie wir sie bei Volvox finden. Den Desmidiaceen fehlen derartige Plasmastrahlen und plasmatischen Verbindungen vollkommen.

Diatomaceen.

Die Gallertbildungen bei den Diatomaceen lassen sich am besten in zwei Hauptgruppen einteilen, nämlich in lokalisierte Gallertausscheidungen seitens des Plasmas durch die Rhaphe, oder einen Porus, oder mehrere Poren, und in allseitige Gallertumhüllungen, deren Entstehung noch weiterer Untersuchung bedarf. Die lokalisierte Ausscheidung von Gallertbildungen ist bei den Diatomaceen im allgemeinen viel häufiger anzutreffen, als bei den ihnen in mancher Beziehung verwandten Desmidiaceen, während Gallerthüllen bei ersteren im vegetativen Zustande weniger häufig sind, als bei letzteren. Bei den Diatomaceen sind die Gallertbildungen entweder unmerklich und dann nicht direkt nachweisbar, oder es gelingt, sie durch Tusche- oder Sepiaeinlegung sichtbar zu machen, oder endlich sind sie mehr oder weniger deutlich auch ohne Anwendung dieser Mittel wahrzunehmen.

A. Lokale Gallertausscheidung.

Die erste Hauptgruppe, diejenige der lokalen Gallertausscheidungen, kann man in drei Untergruppen gliedern:

I. Kittsubstanz zwischen Zelle und Substrat.

Eine Anzahl von *Schütt* (93) als Grundformen bezeichneter Diatomaceen, die von ihm den planktonischen Formen gegenübergestellt werden, haften sich mit einer Kittsubstanz, die keine Kieselsäure enthält, an irgend welchen Substraten, organischen wie anorganischen, fest. So sitzen Arten von Cocconeis sowohl im Süßwasser wie im Meere gleich Schildläusen auf Cladophora-Fäden oder Ulva-Thallen etc. ziemlich fest auf, und infolge dieser Lebensweise hat sich eine Differenzierung des Baues der beiden Schalenflächen bei ihnen herausgebildet, indem die Epitheka eine andere Struktur aufweist als die Hypotheka, ein Umstand, der die systematische Bestimmung dieser Arten nur nach der Schalenstruktur außerordentlich erschwert. Aus der Gattung Epithemia sitzen namentlich E. turgida und E. Sorex mit ihren ventralen Seiten auf Confervaceen und Characeen. Zellen von Nitzschia Sigmoidea findet man oft im Frühjahre mit der winzigen Amphora minutissima in zahlreichen Exemplaren besiedelt (siehe auch *W. Smith* [98], Taf. 2, Fig. 30) oder es ist auf dieser Nitzschia die kleine Cymbella Pedi-

culus anzutreffen, die neben Schizonema Grevillei als Epiphyt auch auf Fadenalgen vorkommt (*Kützing* [53], Taf. 5, Fig. 8 und Taf. 6, Fig. 7). Diese Epiphyten, welche Diatomaceen etc. aufsitzen, werden von *Ehrenberg* (23) als „Infusorienläuse" bezeichnet und für Parasiten gehalten, was jedoch nicht der Fall ist, da sie die Algenzelle lediglich nur als Substrat benützen, indem sie sich mit einer Kittsubstanz festheften. Maceriert man derartige Kommensalen, so wird die Kittsubstanz zerstört, und die kleinen Diatomaceen fallen von dem Substrat los. Durch Färbung ist die Kittmasse schwer nachweisbar, da sie meist äußerst dünn ist. Bloße Flächenattraktion kann aber die kleinen Organismen an der großen Zelle nicht festhalten; wäre dies der Fall, dann müßten sie nach der Maceration ebenfalls in der alten Lage geblieben sein.

II. Intercellularsubstanz.

Auf die Verkittung der Membranen der Valvarseiten zweier benachbarter Zellen der faden- oder bandförmigen Diatomaceen weist *Schütt* (94, 95) hin. Man findet dieselbe bei Melosira varians, crenulata, granulata, Binderiana, ferner bei Leptocylindrus, sowie bei den oft lange Bänder bildenden Arten von Meridion, Himantidium, Odontidium, Denticula, Fragilaria, Achnanthidium, Achnanthes, Rhabdonema, Striatella und Tetracyclus, deren Zellen in gleicher Weise nebeneinander geordnet sind, wie diejenigen der Desmidiaceae filiformes, bei welchen ebenfalls eine Intercellularsubstanz vorhanden ist. Bei den Diatomaceen gelingt es in der Regel für gewöhnlich nicht, dieselbe direkt nachzuweisen. Den indirekten Nachweis liefert jedoch, wie bei der Kittsubstanz zwischen Zelle und Substrat, das Verfahren der Maceration mit Salpetersäure und chlorsaurem Kali. Den Übergang von solchen Formen, bei denen sich eine intercellulare Substanz nicht nachweisen läßt, zu solchen, wo dies durch Färbung möglich ist, bildet Lauderia delicatula, eine Planktondiatomacee, die ich lebend aus dem Golfe von Neapel untersuchte. [89], (pag. 23, Taf. 1, Fig. 13). Die durch die etwas abgeflachte Wölbung der Valvarseiten entstehenden Zwischenräume zwischen den Nachbarzellen sind mit einer Gallertmasse ausgefüllt, die für gewöhnlich nicht sichtbar, aber durch Tinktion mit Methylenblau oder Thionin deutlich wahrnehmbar ist. Ohne Anwendung von Farbstoffen hat man schon längst eine mehr oder weniger dicke Intercellularsubstanz, die durch Gallerte gebildet wird, bei Melosira subflexilis, M. nummularioides und insbesondere bei M. Borreri,

sowie bei Podosira Montagnei aufgefunden. Auch diese Formen haben, wie Lauderia delicatula, verschiedenartig konvex gewölbte Valvarseiten, aber bei ihnen findet sich die Intercellularsubstanz mehr centrisch gelagert. Ihre Konturen sind im optischen Querschnitt entweder fast gerade oder konvex oder konkav. Durch das konvexe Hervorwölben der Valvarseiten und Verbindung benachbarter Zellen durch Intercellulargallerte erlangen die Fäden ein gutes Anpassungsmittel gegen das Zerreißen durch stark bewegtes Wasser. Wir finden diese Formen hauptsächlich im Meere, sei es als Grundformen in der Nähe der Flutgrenze der Küste, oder als planktonische Formen der Hochsee, wo in beiden Fällen eine gewisse Biegsamkeit nach Art der Kugelgelenke für den dauernden Zusammenhang der Zellen eines Fadens sehr von Vorteil ist. In noch erhöhterem Maaße als bei den genannten Arten von Lauderia, Melosira und Podosira ist das Vorhandensein von Intercellulargallerte noch bei anderen Arten von Lauderia, z. B. bei L. pumila, L. annulata und L. glacialis, sowie bei Thalassiosira auffallend. *Castracane* (13) bildet allerdings die Gallerte bei L. pumila nicht ab; daß dieselbe aber vorhanden sein muß, geht daraus hervor, daß sonst die Zellen, die keinerlei anderweitigen Zusammenhang aufzuweisen haben, auseinander fallen würden. *Cleve* (17,18) deutet eine Intercellulargallerte an (l. c. 22, Taf. 2, Fig. 15). *Gran* sagt [33 (pag. 111)] von Lauderia glacialis, daß ihre kurzcylindrischen mit flachgewölbten Valvarseiten versehenen Zellen der Kette einander nicht berühren, sondern durch zahlreiche feine Schleimfäden und amorphe Gallerte zusammengehalten werden. Ich sah die Gallerte dieser Alge an schönem fixierten Materiale, das mir *Gran* von der skandinavischen Nord-Westküste sandte, und das ich nach sorgfältigem Auswaschen des Fixiermittels in Tusche beobachtete. Ob die Gallerte wirklich „amorph", also gestaltlos ist, wird an ganz unversehrtem frischen Materiale noch zu entscheiden sein; mir kamen mitunter Ketten von Lauderia glacialis vor, wo die Gallerte ebenso breit war, wie die Lauderiazellen. Bei Thalassiosira liegen die Verhältnisse ähnlich. *Lauterborn* (55) und *Schröter* (92) haben das Vorkommen von einer Gallertmasse zwischen den zu einer Kette verbundenen Zellen von Cyclotella comta var. radiosa im Plankton des Süßwassers aufgefunden. Kurze Ketten davon fand ich auch im Plankton des Neckars bei Heidelberg. Den seltenen Fall einer bandbildenden Rhaphidee, der pelagischen Navicula Vanhöffenii, führt *Gran* (32) an. Er beschreibt, daß die Einzelzellen eines Bandes „gewöhn-

lich etwas von einander entfernt durch ein Schleimband" zusammengehalten werden. Auch diese Kittmasse ist als Intercellularsubstanz zu bezeichnen, die allerdings bei jener marinen pelagischen Form viel mächtiger entwickelt ist, als bei den von *Kützing* abgebildeten bandförmigen Rhaphideen [53 (Taf. 30, Fig. 8)] Diadesmis confervacea und (Taf. 30, Fig. 23) Navicula serians des Süßwassers, die nicht planktonisch leben, sondern als Grundformen zwischen Fadenalgen oder anderen Wassergewächsen vorkommen, ebenso wie Stauroneis acuta, bei welcher auch Bänderbildung gefunden wurde. (Siehe *Pfitzer* 76).

Kam bisher die Intercellularsubstanz an den Berührungsflächen gerader oder halbkugelig abgerundeter Diatomaceenzellen in Betracht, so giebt es außer diesem Vorkommen noch einen besonderen Modus des Zusammenhängens von Zellen, den ich als Spitzenkontakt bezeichnet habe (89, pag. 158), und der darin besteht, daß die Enden scharf zugespitzter Formen, z. B. gewisser planktonischer Nitzschien, zu langen Ketten mit ihren Spitzen seitlich ein kurzes Stück zusammenhängen, wodurch die Kette auf einem anderen Wege, als dies bei Lauderia der Fall ist, außerordentliche Biegsamkeit erhält. Einen derartigen Spitzenkontakt bemerkte ich bei einer planktonischen Süßwasserchlorophycee, Actinastrum Hantzschii, sodann bei Nitzschia fraudulenta aus dem Golfe von Neapel. Ferner bildet *Castracane* diese Art der Kettenbildung bei Bacillaria socialis var. indica ab (13, Taf. 25, Fig. 9). Desgleichen *Cleve* (17, Taf. 2, Fig. 23) für Nitzschia pungens und (18, Taf. 1) für N. seriata. In dem oben erwähnten Materiale, das ich der Liebenswürdigkeit *Gran's* verdanke, war letztere Nitzschia häufig enthalten. Durch Maceration einer Probe davon mit heißer verdünnter Natronlauge auf dem Objektträger überzeugte ich mich, daß die so behandelten Zellen dieser Nitzschia auseinanderfielen, die Kette sich also in ihre Glieder auflöste, weil die sie verbindende Intercellularsubstanz gelöst wurde. Durch Färbung konnte dieselbe nicht sichtbar gemacht werden.

Der durch Spitzenkontakt hergestellte Zusammenhang der angeführten Nitzschien erinnert lebhaft an ein Stadium der bei der Bewegung neben- und aneinander hingleitender Zellen von Bacillaria paradoxa und zwar an dasjenige, bei welchem die Individuen nur noch mit einem Teile ihrer Endstücke sich berühren, die Kolonie demnach fast ganz auseinander gerückt erscheint. An lebenden Zellen von Nitzschia fraudulenta, die ich aus dem Golf von

Neapel untersuchte, habe ich nie eine Bewegung gesehen, wie sie Bacillaria ausführt; auch in dem fixierten Materiale von Neapel und in demjenigen von der skandinavischen Westküste hingen die Nitzschien immer nur ein ganz bestimmtes Stück mit den Enden zusammen. Wäre wirklich auch bei den Nitzschien eine Gleitbewegung von Zelle an Zelle vorhanden, so müßte man gelegentlich auch in fixierten Proben, die an Ort und Stelle abgetötet worden waren, Kolonien finden, bei denen der Kontakt sich nicht nur auf die Enden beschränkt, sondern die auch mit einem größeren Teile ihrer Seitenflächen zusammenhängen.

III. Gallertbasale und Gallertintercalare.

Bisher unterschied man allgemein bei der lokalisierten Gallertausscheidung der Diatomaceenzelle je nach der Längenausdehnung der ausgeschiedenen Gallertmassen zweierlei Arten derselben, nämlich Gallertpolster und Gallertstiele, wobei man mit jener Bezeichnung Ausscheidungen von geringer Ausdehnung meinte, mit denen die Zellen dem Substrate an einer Ecke aufsitzen, oder mit denen sie in Zickzackbändern, in Ketten- oder in Sternform zusammenhängen. Verlängert sich das Polster, mit dem die Zelle dem Substrat aufsitzt, durch weitere Gallertausscheidung, so entsteht ein Gallertstiel. Übergänge vom Gallertpolster zwischen Zelle und Substrat zum Gallertstiele findet man häufig, so daß es nicht immer möglich ist, zu sagen, was Polster und was Stiel ist. Die Gestalt der Polster zwischen den Zellen einer Zickzackkette u. s. w. ist ziemlich konstant. Aus diesem Grunde dürfte es sich empfehlen, die unsicheren Begriffe Polster und Stiel fallen zu lassen und durch schärfere zu ersetzen. Ich bezeichne deshalb die Gallertbildungen zwischen Zelle und Substrat als *Gallertbasale*, gleichviel, ob es sich um Polster oder um Stiele handelt, und die polsterartigen Gallertbildungen zwischen Zelle und Zelle als *Gallertintercalare*. Gallertbasale und Gallertintercalare haben gewisse Litoralformen der Diatomaceen, nur Gallertintercalare sind bei Planktonformen ausschließlich anzutreffen, wie bei Asterionella, Thalassiothrix u. a. Bei Tabellaria fenestrata var. asterionelloides und bei derselben var. von T. flocculosa, ferner bei der sternförmig angeordneten Diatoma tenue des Süßwasserplanktons unserer Seen ist infolge von Anpassung an das Schweben das Gallertbasal unnötig geworden und in Wegfall gekommen. Das Intercalar kann ein einfaches oder ein zusammengesetztes sein, je nach dem es von einer der benachbarten Zellen oder von beiden secerniert wird.

In letzterem Falle zeigt die konvexe Oberfläche desselben eine leichte furchenartige Einschnürung. (Siehe auch *Schütt* [94], Taf. 2).

Die allmähliche Umwandlung des polsterartigen Gallertbasales zu einem stielartigen Gebilde läßt sich am besten bei den Gattungen Synedra und Gomphonema nebst deren Verwandten erkennen. Bei manchen Formen derselben sind die Polsterbasale so minimal, daß man sie durch entsprechende Farbstoffe kaum sichtbar machen kann. Sie bilden dann nur eine äußerst dünne Kittschicht, mit welcher die Zelle am Substrat mit einem Ende aufsitzt, während der übrige Teil der Zelle frei ins Wasser ragt, ähnlich etwa, wie ein vierseitiges Prisma, das mit seiner Grundfläche befestigt ist. Dies gilt namentlich von den zarten und kleinen Species der genannten Gattungen, z. B. Synedra parvula, subtilis, gracilis und radians, sowie von Gomphonema abbreviatum, micropus und von Podosphenia tergestina. Bei etwas stärkeren Formen sind die Gallertbasale mehr als Polster entwickelt; entweder hat jede Zelle ihr eigenes Basal, oder mehrere Zellen haben die Basale zu einem gemeinsamen vereinigt, welches flach oder mehr oder weniger konvex sein kann. Beispiele dafür sind Synedra saxonica, fasciculata, affinis, familiaris und tabulata (*Kützing* [53], Taf. 15). Streckt sich das polsterartige Basal durch reichlichere Gallertausscheidung aus dem Innern der Zelle seitens des Plasmas durch einen Porus der Membran, den *O. Müller* (68) bei Synedra Gallioni auffand, so entsteht ein kürzeres oder längeres stielartiges Basal, wie es besonders die marinen großen Synedren: S. cristallina und superba, aufweisen. Ein solches Basal ist entweder einfach oder verzweigt, immer aber der Breite der Zelle oder des Zellverbandes entsprechend dick. Sehr lange, schlanke, unverzweigte Basale haben Achnanthidium und Achnanthes. Am meisten modifiziert gestaltet sind die Stielbasale von Cocconema, Cymbella, Gomphonema, Rhipidophora und Licmophora, bei welchen wir einfache und verzweigte Basale von gleicher oder verschiedener Dicke und mannigfacher Art der Verzweigung finden. Bei Cocconema Cistula, Doryphora Boeckii (siehe *Smith* [98] Taf. 24), ebenso wie bei Rhipidophora paradoxa und elongata (*Smith* l. c. Taf. 25, Fig. 231 und 232), bei Cocconema lanceolatum und Gomphonema marinum (*Smith* l. c. Taf. C und D, ferner bei *Kützing* [53] Taf. 6, Fig. 3) finden sich septenartig wie Scheiden aussehende Abgrenzungen, die dort stehen, wo bei der Teilung der Zellen die Bildung zweier jüngeren Stiele stattgehabt hat, während an gleicher Stelle bei Gom-

phonema capitatum β maior der untere Teil der Verzweigung von einer Scheide kurz umfaßt wird. (*Kützing* l. c. Taf. 13, Fig. 2). Von schönster Mannigfaltigkeit der Verzweigung sind die überaus zierlichen, wie mit kristallnen Fächern geschmückten Gallertbasale von Licmophora flabellata, splendida und radians.

Pfitzer (76) giebt pag. 90 von Gomphonema und Sphenella an, daß diese für gewöhnlich gestielten Formen sich auch frei, selbst lebhaft bewegen können. Die Substanz des Stieles von Gomphonema ist nach *Pfitzer* wie die bei Cocconema und Brebissonia „im jungen Zustande eine farblose, von einer deutlich doppelt konturierten Hautschicht begrenzte Gallerte“ (l. c. Taf. 3, Fig. 11 g[1]), „an älteren Stielen sieht man dagegen eine mittlere, wohl aus jener Gallerte hervorgegangene bräunliche Masse, umgeben von einer farblosen Hülle“ (Fig. 11 g). *Klebs* (49) untersuchte ebenfalls die Gallertstiele von Gomphonema, deren Zellen in einer „schüsselförmigen Vertiefung des Stielendes“ sitzen und kam zu dem Ergebnis, daß auch bei den Diatomaceen die Stiele durch allmähliche Ausscheidung von Gallerte von seiten des Plasmas in die Länge wachsen. Ähnliches erwähnt *Hauptfleisch* (36) von Brebissonia Boeckii, nämlich, daß diese Gallertbildungen „mehr oder weniger schüsselartig“ die Enden der Brebissonia umhüllen und aus zwei rinnenartigen Hüllen bestehen, welche mehr oder weniger früh aufquellen und miteinander verschmelzen, so daß die Zusammensetzung der Gallertstiele aus zwei Teilen nicht stets zu erkennen ist. Ferner sagt er, daß die stielartigen Gallertbildungen von den Enden der Zellen her von neuem nachgebildet werden, und daß die Wand dieser Enden bei Tinktion von dunkelgefärbten Fäden durchzogen ist, von denen eben die Neubildung der Gallertrinnen vor sich geht. *Karsten* (47) fand sodann l. c. Fig. 185 einen Porus in der Membran jeder Schalenhälfte von *Brebissonia* und zwar an einem Ende der Zelle, den er am besten mit Methylenblau sichtbar machte. Auch *Karsten* beobachtete das Wachstum des Stieles.

Eine ähnliche Stielbildung sah ich bei Amphipleura pellucida aus Virnheim, bei gelegentlicher Gentianaviolettinktion der ziemlich festen Gallerthülle, welche die Geschlechtsorgane von Nitella gracilis umgiebt. Auf dieser Gallerthülle kamen zahlreiche Exemplare von Amphipleura vor, die stielartige Gallertbildungen aufwiesen. Der Stiel war bei dem in Formol fixierten Materiale bandförmig (Taf. I, Fig. 11 b) und schien aus der jederseits am Ende der Rhaphe befindlichen, doppelt konturierten Längsspalte derselbe heraus-

zutreten, was sich am besten sichtbar machen ließ, wenn man durch vorsichtiges Drehen des Deckglases zwar den Stiel, nicht aber die Amphipleura-Zelle selbst, ein wenig verschob, was nach einigen mißglückten Versuchen endlich gelang, wobei die Spitze der Zelle die dütenartige Gallertstielhülle durchriß. Da bei der Rhaphe der großen Naviculaceen, wie Pinnularia viridis-major-nobilis, eine Durchbrechung derselben nachgewiesen ist (siehe *Lauterborn* 57), so ist die Wahrscheinlichkeit einer eben solchen bei der allerdings ungemein feinen und zarten Amphipleura nicht ausgeschlossen. Es war mir jedoch nicht möglich, diese Durchbrechung bei Amphipleura direkt nachzuweisen. Der Gallertstiel fand sich meist an dem einen Ende der Zelle, seltener an beiden (Taf. I, Fig. 11 a). Er erreichte oft die 10fache Länge der Zelle und war ziemlich so breit oder etwas breiter als diese. Dabei wies er mannigfache Biegungen auf. Bei Zusatz von stark konzentrierten Tinktionsmitteln schrumpfte er und zeige die gleiche lamellös-fibrilläre Struktur, die ich durch dasselbe Verfahren bei den Gallertstielbildungen von Euastrum oblongum beobachtete (vergleiche Taf. I, Fig. 11 c. und Taf. II, Fig. 10 b). Bei reichlicher Wasserzuführung quoll er wieder auf, und die Struktur verschwand. Auch sonst verhielt sich der Gallertstiel von Amphipleura gegen alle Reagentien ebenso wie die gleichen Bildungen von Euastrum und Closterium. Leider habe ich lebendes Material von Amphipleura mit Stielbildung nicht mehr gefunden und kann deshalb zur Zeit über die genaueren Verhältnisse der Entstehung dieser Gallertbildung keine weitere Auskunft geben.

B. Allseitige Gallertumhüllungen.

Die allseitige Gallertumhüllung ist bei Diatomaceen nicht in dem reichen Maße entwickelt, wie wir dies bei den Desmidiaceen antreffen. Zudem ist die die Diatomaceen umschließende Hüllgallerte mitunter so hyalin und ihr Brechungsindex dem des Wassers so nahestehend, daß es erst bei wenigen Species gelungen ist, Hüllgallerte nachzuweisen. Einlegung in Tusche oder Sepia, desgleichen auch Färbung der Gallerthüllen mit Karbolfuchsin, das *Voigt* (104) mit Erfolg benützte, können diese Gallertbildungen sichtbar machen. Mir gelang dies ausserdem mit Bismarckbraun und mit Mucikarmin, die aber, ebenso wie das von *Lauterborn* (57) angewandte Methylenblau, leicht Schrumpfungen der Gallerte hervorrufen.

I. Konstante Gallertumhüllungen.

1. Gallertschläuche.

Den Übergang von lokalisierten stielartigen Gallertbildungen zu allseitigen Gallertumhüllungen bilden die sog. Gallertschläuche der Diatomaceen, in welche die Individuen von Schizonema-, Colletonema- und Encyonema-Arten eingeschlossen sind. Nehmen wir an, die beiderseitigen schüssel- oder dütenartigen Enden der vom Plasma secernierten stielähnlichen Gallertbildungen quellen stärker auf als gewöhnlich und rücken infolgedessen so weit aufeinander zu, daß sie sich auf der Mitte der Zelle berühren und vereinigen, so haben wir den Gallertschlauch. Diese Annahme läßt sich mit einer Beobachtung von *Karsten* (47) sehr gut in Einklang bringen. *Karsten* bemerkte in einer Objektträger-Kultur frei umherschwimmende Naviculaceen, welche in einem ihren Umfang an Weite übertreffenden Schlauche steckten, der 1—3mal so lang war als die Länge der Zellen beträgt. Der Schlauch war hinten und vorn offen und seine Gallertwand in der Mitte am dicksten. Die Diatomaceen wanderten im Schlauche vor und zurück. Auch *Pfitzer* (76) sah die Zellen von Colletonema sehr deutlich sich in ihrer Umhüllung bewegen und betrachtete deshalb dieselbe als eine mit Wasser oder dünner Gallert gefüllte Röhre. Gerade die von *Karsten* hervorgehobene Verdickung der Gallertwand des Schlauches in der Mitte würde für die Richtigkeit meiner Deutung der Entstehung der Gallertschläuche sprechen. Wirkliche Einsicht über diese Entstehung wird erst das sorgfältige Studium der Entwickelung dieser Gallertbildungen am geeigneten Materiale, das mir leider fehlte, lehren.

Der Gallertschlauch kann einfach oder auch verzweigt sein. Die Verzweigung wird dadurch hervorgerufen, daß bei der Teilung der Zellen innerhalb des Schlauches die Tochterzellen in verschiedenen Lagen größerer oder kleinerer spitzer Winkel zur Längsachse des alten Gallertschlauches zu liegen kommen und dann am freien Ende des Schlauches Gallertbildungen in anderer Richtung, als der ursprünglichen, secernieren, wie solches bei *Smith* (98) Taf. 55, Fig. 346 abgebildet wurde.

2. Gallerthalloide.

Nicht immer liegt nur eine Reihe von Diatomaceenzellen in einem hohlen Schlauche, sondern es sind in ihm eine größere Anzahl Zellen entweder regelmäßig oder regellos nebeneinander gelagert,

was bei regelmäßiger Zellenlage den Eindruck hervorruft, als ob mehrere einreihige Gallertschläuche zu einem vielreihigen Schlauche vereinigt wären. *Kützing* (53) zeichnet derartige Schlauchbildungen auf Tafel 22–28, ebenso *Smith* (98) auf Tafel 55, 56 und 58. Mitunter sind die Begrenzungslinien der einzelnen vereinigten Schläuche noch deutlich erhalten, in anderen Fällen sind sie nicht mehr wahrnehmbar. Diese in der Richtung der Breite vergrößerten schlauchbis blattartigen Gallertbildungen bezeichne ich als Gallertthalloide. In der That haben dieselben mit dem Thallus mancher verzweigten Fadenalgen oder blattartig gelappten Florideen, Phaeophyceen oder Chlorophyceen große Ähnlichkeit, die soweit geht, daß jemandem, der zum erstenmal am Meeresstrande Algen sammelt, es passieren kann, daß er statt einer Cladophora oder eines Ectocarpus bei mikroskopischer Durchmusterung seiner Fundobjekte eine Gallertthalloide bildende Diatomaceenkolonie erblickt. Haben doch die alten Autoren, wie *Lyngbye*, *Trentepohl*, *Jürgens*, *Mohr*, *Dillwyn*, Gallertthalloid bildende Schizonemen als Bangia, Oscillaria, Conferva oder Ulva beschrieben. Diese Gallertbildungen finden sich außer bei Schizonema noch bei Homoeocladia, Dickiea und bei Micromega, welche sämtlich an der Flutzone des Meeres wachsen. Ihr Gallertthalloid, zu dem sie sich vereinigt haben, ist ziemlich zäh und dabei leicht beweglich und bietet ein gutes Anpassungsmittel an die Bewegung der Wellen.

II. Inkonstante Gallertumhüllungen.

Während die Gallertschläuche und die Gallertthalloide beständig gewisse Arten von Diatomaceen umhüllen und aus einer konsistenteren, leicht wahrnehmbaren Hüllgallerte bestehen, sind bei den Kieselalgen besonders neuerdings auch sehr weiche und äußerst hyaline Gallerthüllen von großer Zartheit beobachtet worden, die nicht immer vorhanden zu sein scheinen, sondern oft fehlen. Die ersten Angaben über dieselben dürfte wohl *Johanna Lüders* (62) gemacht haben, die im Anschluß an ihre Mitteilungen über die bei der Kopulation der Diatomaceen sich vorfindende Hüllgallerte auch von Gallerthüllen bei nicht kopulierenden oder Auxosporen bildenden Algen spricht und vermutet, daß diese Gallerthülle „von einer aus den Zellen stattfindenden Ausscheidung herrührt". An einer anderen Stelle (l. c. Fußnote pag. 42) giebt sie an, daß die Hüllen ganz glatt und scharf (?) umschrieben sind, daß sie dasselbe Aussehen haben, wie die Gallertbasale von Cocconema oder Gomphonema, daß sie aber in der Regel durch

eine Scheidelinie von ihnen abgegrenzt sind. Letzteres Moment hebt auch *Karsten* (47, pag. 44) hervor, und ich kann das Vorhandensein einer Scheidelinie zwischen Gallerthülle und Gallertbasal oder Gallertintercalar nach Untersuchungen an Tabellaria (Taf. 1, Fig. 13 und 14) bestätigen. Auch *Hauptfleisch* (36) hat derartige Hüllen gesehen, er beschreibt sie als „außerordentlich weich" und meint, daß es selten gelingt, sie ohne Anwendung von Reagentien zu finden. *Müller*, der früher das Vorhandensein solcher Gallerthüllen leugnete, modifizierte später diese Ansicht, da er solche Gallertbildungen bei Pinnularia mit verschiedenen Reagentien sichtbar machen konnte. *Bütschli* (11) und *Lauterborn* (57) fanden sie ebenfalls sowohl bei Pinnularia, als auch bei Cymbella cuspidata. Ich sah sie bei verschiedenen Naviculaceen, so bei Pinnularia viridis und radiosa, ferner bei Stauroptera parva, bei Fragilaria crotonensis (Taf. 1, Fig. 12) und bei unseren einheimischen Tabellarien. Sehr interessant ist das Vorkommen einer fallschirmartigen Gallerthülle bei zwei planktonischen Süßwasserdiatomaceen, nämlich bei Asterionella und bei Tabellaria fenestrata var. asterionelloides, das *Voigt* (104) kürzlich beschrieb. Diese Gallerthülle weist noch aus Körnchen zusammengesetzte Fäden auf, die *Voigt* mit den Protoplasmafäden von Acanthochiasma rubens, Plagiacantha abietina und vor allem mit den von Coelacantha anchorata (*Hertwig* [38]) vergleicht. Er hat beim Glühen der Asterionella-Zellen keine seitlichen Öffnungen, die zum Gallertaustritt dienen, wahrzunehmen vermocht und nimmt deshalb an, daß die Hüllgallerte von jenen Protoplasmafäden ausgeschieden wird. Bei Tabellaria hat *Müller* (68) indessen zweierlei Gallertporen in der Zellwand nachgewiesen, den einen am Ende der Zelle, den anderen „seitlich von der valvaren Apikalachse und zugleich seitlich von der Transapikalachse". Deshalb würde wenigstens für Tabellaria die *Voigt*'sche Annahme, daß extracelluläre Plasmafäden die Hüllgallerte absondern, wegfallen. Bei Betrachtung mit sehr starken Systemen wird man gewiß auch bei Asterionella Gallertporen in der Membran nachweisen können, wie dies bereits bei den mit Asterionella so nahe verwandten Gattungen Diatoma, Grammatophora und Synedra von *Müller* l. c. geschehen ist. Deutet doch das Vorhandensein der bei Diatoma, Tabellaria und Grammatophora vorkommenden Gallertintercalare, die durch einen endständigen Porus ausgeschieden werden, und die auch bei Asterionella sich finden, darauf hin, daß auch bei dieser Diatomee ein Porus mindestens vor-

handen sein muß. Bei Tabellaria flocculosa, die ich mit alkoholischer Lösung von Mucikarmin färbte, sah ich übrigens eine ähnliche Gallertbildung außer der die Zellen umgebenden Hüllgallerte, die wie ein feines Häutchen sich über die Winkel spannte, die die Zellreihen als Zickzackbänder bilden. Fädige Gebilde habe ich dabei nicht bemerkt (Taf. 1, Fig. 13). *Grenfell* (34) wollte bei Melosira und Cyclotella das Vorkommen von strahlenförmigen Pseudopodien gesehen haben, seine Beobachtungen sind aber bereits widerlegt worden. Von einer großen Surirella teilt *Imhof* (46) mit, daß auf den Längskanten ihrer Flügel Poren vorhanden sein sollen, aus denen „Protoplasmafortsätze" hervortreten, die durch einen längsverlaufenden Plasmastrang miteinander in Verbindung stehen sollen. Als einzigen Nachweis, daß der heraustretende Stoff wirklich Plasma ist, führt *Imhof* an, daß derselbe bei der genannten Surirella mit „einem grünen Ton behaftet" sei, l. c. pag. 719, was doch schwerlich jemand als Beweis für die protoplasmatische Natur jenes Stoffes gelten lassen wird. Auch der Annahme eines extramembranösen Plasmas bei Cyclotella socialis *Schütt* (94) kann ich nicht beistimmen, da die Beweise für die wirkliche plasmatische Beschaffenheit der schleimartigen, extracellulären Bildungen mir nicht zwingend erscheinen, und dieselben trotz der von *Schütt* l. c. abgegebenen Erklärungen ebensogut Gallertbildungen wie Protoplasma sein können.

Wie schon erwähnt, kommen auch bei der Kopulation und bei der Auxosporenbildung der Diatomaceen weite Gallerthüllen vor, auf die ich jedoch nicht näher Bezug nehmen will, da mir solche Gallertbildungen für eine eingehendere Untersuchung nicht zur Verfügung standen. Nur beiläufig möchte ich auf eine scheinbare Gallertumhüllung, die bei Kieselalgen gefunden wurde, hinweisen. Man sprach früher von einer Art Cystenbildung. *Lüders* (63) prüfte derartige Fälle und kam nach fortgesetzter Beobachtung zu dem Ergebnisse, daß Amöben die Kieselalgen umflossen hatten, um sich von ihnen zu nähren. *Lüders* stellt einen solchen Zustand durch eine instruktive Zeichnung dar (l. c. pag. 379), auf der auch die Pseudopodien der Amöbe zu sehen sind. *Hieronymus* (40) führt später eine Beobachtung von *Janisch* an, der Pleurostaurum acutum, Cocconema Cistula und Surirella splendida in ähnlichen Hüllen fand, die von Chlamydomyxa labyrinthuloides umflossen waren.

Schizophyceen.

Auf die mannigfachen Gallertbildungen der Schizophyceen soll nur kurz eingegangen werden, und es sei auf die diesbezüglichen Arbeiten von *Gomont* (30), *Klebs* (49), *Hansgirg* (35) und *Brand* (9) hingewiesen.

Aphanizomenon wurde neuerdings von *Klebahn* (51) beschrieben, welcher nur angiebt, daß die Sporen abgerundet-cylindrisch sind. Durch Tuscheeinlegung und Thionintinktion trat eine Gallerthülle um die Sporen hervor, die wenig breit, aber strahlig strukturiert erschien (Taf. 1, Fig. 16). Die Strahlen standen nahezu rechtwinkelig zur Wand der Sporen und gingen bis an die äußere Kontur der Gallerte. Sie waren sehr fein und homogen und erinnern in ihrem Aussehen einigermaßen an diejenigen von Ulothrix mucosa (Taf. 1, Fig. 2). *Klebs* fand bei einer Sphaerozyga ebenfalls eine strahlige Struktur der Gallerthülle, wenn er dieselbe mit Methylenblau oder Methylviolett färbte. Seine Abbildung auf Taf. IV, Fig. 24c zeigt dieselbe genau so, wie ich die Struktur bei Anabaena-Arten, z. B. Anabaena solitaria, macrospora und spiroides beobachtet habe, als ich die dicken Gallerthüllen dieser Algen mit Thionin färbte. Derartige Strukturen sind bei Anabaenen jedoch nicht immer aufzufinden; so untersuchte ich eine Anabaena spec. aus dem Landstuhlmoor, welche zwar eine Gallerthülle hatte, aber an Stelle der strahligen Struktur nur stark tingierte granulöse Massen an den Außenwänden der Dauerzellen erkennen ließ (Taf. 1, Fig. 15). Auch färbte sich die Hüllgallerte nur äußerst schwach.

Von Sirosiphon-, Tolypothrix- und Oscillatorien-Arten giebt *Klebs* (49) an, daß dieselben sehr indifferent gegenüber den Farbstoffen und Reagentien sind. Ich versuchte mit allen mir zur Verfügung stehenden basischen Teerfarbstoffen Strukturen ähnlich denen der Anabaena nachzuweisen; doch gelang mir dies nicht, da die Gallertscheiden sich entweder gar nicht oder nur schwach und ungleichmäßig färbten. Dasselbe gilt auch von den Gallertscheiden von Plectonema, Scytonema, Gloeotrichia, Calothrix und Microchaete.

Bekannt sind gallertige Umhüllungen von Chroococcus, Merismopoedia, Coelosphaerium und anderen Chroococcaceen, deren Gallerthüllen schon ohne weiteres unter dem Mikroskop sichtbar sind. Von Coelosphaerium beschrieb *Leitgeb* (60) die Gallert-

hülle ausführlich. Dieselbe ist nach ihm meist homogen und gegen die umgebende Flüssigkeit nicht deutlich abgetrennt. *Nägeli* (69) nennt die Gallerte strukturlos und zeichnet die Hülle sehr schmal (l. c. Taf. I, C, Fig. c). Legt man eine Coelosphaerium-Kolonie in Tusche ein, so sieht man, daß die Gallerthülle bedeutend weiter ist, als dies *Nägeli* angiebt. Färbt man dann mit Dahlia oder Methylviolett, so bemerkt man auch bei dieser Chroococcacee eine strahlige Struktur der Außenhülle, wie dies *Leitgeb* auf seiner Taf. II, Fig. 3 zeichnet, der die Gallerte mit Fuchsin färbte und von den Strahlen meint, daß sie sich in einigen Fällen noch über die Gallerthülle hinaus fortsetzen. Letzteres ist jedoch nur scheinbar der Fall, denn man kann ohne Tuscheeinlegung die äußersten Partieen der Gallerte nicht mehr wahrnehmen. Bei Anwendung von Tusche ist zu ersehen, daß die Strahlen nicht aus der Gallerte hinaus, sondern nur bis in die nach außen zu immer wasserreicher und mehr verquellbarer werdende Gallerte reichen. Auch die Gallerte im Innern der Coelosphaerium-Kolonie zeigt Strahlenstruktur. Im allgemeinen ähnelt dieselbe derjenigen, die *Senn* (97) bei Dictyosphaerium beschreibt und bildlich darstellt, oder noch mehr derjenigen von Dicranochaete reniformis, von der *Hieronymus* (39) mitteilt, daß nach Safraninfärbung die Gallerthülle dieser Alge radiale Strahlen zeigt, die auf seiner Figur 19, Taf. XII, nicht direkt von der Zellmembran ausgehen, sondern eine breitere oder schmälere Partie um die Zelle frei lassen, welche ein granuliertes Aussehen hat, ganz so, wie ich dies bei Coelosphaerium fand. Auch *Hieronymus* sagt, daß die innere, granulöse Gallertschicht bei Dicranochaete dichter und das Licht stärker brechend ist, als die äußere, weniger dichte, strahlig strukturierte und weitere Gallerthülle, die nach außen zu mehr und mehr verschleimt.

Merismopoedium tenuissimum und Chroococcus ließen bei Tuscheeinlegung außer der ohne weiteres sichtbaren Gallerthülle noch eine reichere Außenhülle wahrnehmen, die keinerlei Struktur aufwies (Taf. 1, Fig. 17 und 18). Diese äußere Hülle ist von gleicher, mitunter sogar von größerer Dicke als die innere und dürfte lediglich durch Verschleimen der letzteren entstanden sein.

Hervorgehoben mag noch werden, daß auch Bakterien aus faulenden Flüssigkeiten, in Tusche gebracht, ziemlich weite Gallerthüllen zeigen (*Strasburger* 102 pag. 389), wie ich mehrfach zu beobachten Gelegenheit hatte.

Über die biologische Bedeutung der Gallertbildungen der Algen.

Erwägt man die biologische Bedeutung der Gallertbildungen, die so mannigfach und häufig bei den Algen vorkommen, so gelangt man nach dem jetzigen Stande unserer Kenntnis zu dem Resultate, daß diese Bildungen als Anpassungseinrichtungen verschiedener Art aufzufassen sind.

In erster Linie kommen Gallertbildungen als Schutzmittel gegen physikalisch-chemische Veränderungen des die Alge an ihrem natürlichen Standorte umgebenden Mediums in Betracht. Fast alle diejenigen Algen, die an überrieselten Felsen, feuchten Mauern, Glasscheiben der Gewächshäuser, Brunnentrögen, feuchten Moospolstern etc. vorkommen, weisen mehr oder weniger dicke, weiche oder zähkonsistente Gallerthüllen auf. Dieselben befähigen die an jenen Stellen vegetierenden Algen, auch Zeiten der Trockenheit ihres Standortes zu überdauern, ohne durch dieselbe geschädigt zu werden. Die Gallerte hat die Fähigkeit, Wasser längere Zeit festzuhalten oder aufzunehmen. *Hansgirg* (35) hielt 4 Monate lang Schizophyceen im lufttrockenen Raum und fand dann die Gallerte z. B. von Aphanothece caldariorum noch nicht ganz ausgetrocknet. Wer in einem gut gelüfteten Gewächshause im Sommer auf Algen fahndet, wird wenig Ausbeute haben. Ganz anders aber ist es im Februar und März, wo die im Sommer trocknen Wände und Glasscheiben namentlich in älteren Gewächshäusern mitunter eine reiche aërophytische Algenflora tragen, deren Komponenten sämtlich von dicken Gallerthüllen umschlossen sind, die die Algen den trockenen Sommer über schützen. Daß die Algengallerte viel Wasser aufnehmen kann, lehrt beispielsweise Nostoc commune während eines längeren Landregens, nach welchem diese Alge sehr erheblich aufgequollen erscheint.

Die beständig unter Wasser lebenden Algen haben obige Gefahren des Vertrocknens nicht zu fürchten, doch müssen sie sich gegen Konzentrationsänderungen ihrer Umgebung schützen und umscheiden sich deshalb mit Hüllgallerte. Wer Algen kultiviert, weiß, wie empfindlich dieselben mitunter gegen Veränderungen der Nährlösungen sind, und wie manche Formen nur in dem Wasser ihres natürlichen Standortes normal gedeihen.

Wie *Graham* (31) gezeigt hat, ist für eine gewisse Klasse von Lösungen die Diffusion in Gallerte unmöglich oder doch sehr erschwert. Es sind dies Lösungen amorpher Körper, während Lösungen

von Krystallen ebenso gut wie in reinem Wasser in der Gallerte fortschreiten sollen, vorausgesetzt, daß die Gallerte nicht durch das Eindringen der Lösung so schrumpft, daß auch das Fortschreiten dieser nach dem Innern der Gallerte gehindert wird. Die Gallerte um die Algen wirkt demnach wie ein Dialysator. Sie schützt die Alge vor schädigenden äußeren chemischen Einflüssen[1]. Sie hat etwa ähnlichen Nutzen wie die gegen Chemicale so resistente Cuticula der höheren Pflanzen. Auch an jungen Sprossen der siphonogamen untergetauchten Wasserpflanzen finden sich, wie *Schilling* (83) nachgewiesen hat, der Hüllgallerte der Algen analoge Gallertbildungen, die die zarten Organe dieser Pflanzen einhüllen. *Göbel* (29) sieht ebenfalls die hervorragendste Aufgabe des Schleimes oder der Hüllgallerte in der Eigenschaft derselben, eine äußerst langsame Wasserverschiebung im Innern dieses Stoffes zu ermöglichen, und *Schilling* kommt am Schlusse seiner Untersuchungen zu dem Ergebnis, daß der Schleim „als Schutzmittel der jungen Pflanzenteile gegen die unmittelbare Berührung mit Wasser anzusehen" ist.

Einen Versuch, der direkt das Ausscheiden von Gallerthüllen bei Diatomaceen infolge von Wassermangel und dadurch hervorgerufene stärkere Konzentration der im Wasser gelösten Nährstoffe zeigt, führt *Lüders* (62) an. Wenn man nämlich Diatomaceenmaterial, das, durch Wassermangel gezwungen, Gallerthüllen ausscheidet, mit frischem Wasser übergießt, so sollen nach *Lüders* schon am nächsten Morgen viele Hüllen leer und die Zellen ausgeschlüpft sein. Andere sind schon im Ausschlüpfen begriffen, und am dritten Tage sollen fast alle Hüllen verschwunden sein. Läßt man nun die Diatomaceen wieder längere Zeit an frischem Wasser Mangel leiden, so umgeben sie sich aufs neue mit Hüllen.

Klebs (49) wies mehrfach besonders an Zygnema nach, daß im Wasser gelöste, anorganische Stoffe, die verderblich für den Organismus der Alge sind, sich in die Gallerte derselben einlagern können. Kommt Zygnema zu rechter Zeit wieder in reines Wasser, so schadet ihr der vorherige Aufenthalt in der giftigen Lösung nichts, da die Alge durch die Produktion neuer Gallerte die bisherige Gallerthülle allmählich abstößt.

---

[1]) *De Bary* (4) und *Auerbach* (2) geben von den Plasmodien der Mycetozoen und Amöben an, dass auch sie von einer Gallerthülle umschlossen sind und keine nackten Plasmamassen darstellen. Ich zweifle, ob es überhaupt nackte Plasmakörper giebt, die mit Wasser in Berührung kommen.

Öfter findet man in der Litteratur Angaben, daß die Gallerte den Algen einen Schutz gegen Bakterien bieten soll. Derselbe wird aber nicht allzuhoch anzuschlagen sein; denn lebende, gut assimilierende Algen dürften kaum von Bakterien angegriffen werden, und toten Algen nützt die Hülle so wie so nichts mehr. Daß die Gallerthülle nur einen geringen Schutz gegen pflanzliche Feinde gewährt, zeigen die verschiedenen Parasiten aus der Gruppe der Chytridiaceen, die ungehindert, durch etwa vorhandene Gallerte hindurch, sich an den Algen festsetzen und sie zerstören. So tötet Rhizidium zygnematis die Zygnema-Arten, Rhyzophydium sphaerocarpum lebt parasitisch auf Spirogyra, und Dangeardia mamillata tötet Pandorina trotz ihrer dicken Gallerthülle. *Zopf* (111) beschreibt noch eine Anzahl von Chytridiaceen, die in gleicher Weise die Algen zum Absterben bringen, ohne daß die vorhandene Gallerthülle hindernd oder schützend wirken könnte. Außer Bakterien siedeln sich mehrere Algen direkt innerhalb der Hüllgallerte an. Man bemerkt mitunter im Gallertlager von Batrachospermum, Chaetophora, Schizochlamys u. a. bekanntlich eine Calothrix-Species oder Chaetonema irregulare, und in der Gallerthülle von Dictyosphaerium und verschiedenen Desmidiaceen leben Peroniella gloeophila und Fulminaria mucophila (*Gobi* [27]), die indessen als harmlose Symbionten keinerlei schädigenden Einfluß ausüben, und für welche die Gallerthülle ihres Wirtes nur ein Schutzmittel ist.

Wie durch *Stahl* (99) erwiesen und neuerdings wieder von *Hunger* (45) bestätigt worden ist, dient gewissen Algen ihre Gallerthülle als Schutzmittel vor dem Verzehrtwerden seitens der Schnecken. Sie soll verhindern, daß die Radula, jenes zahnartige Organ derselben, mit welchem sie Pflanzenteile zerkleinern, an die Algenzellen selbst herankommt, indem sie an der Gallerthülle abgleitet. Fütterungsversuche haben dies an Nitella syncarpa, Chaetophora elegans, Batrachospermum moniliforme, Rivularia Brauniana und Nostoc commune gezeigt. Die Gallerthüllen dürften aber auch den Schnecken gegenüber nur einen begrenzten Schutz gewähren; denn wenn man ein mit schleimigen Algen allzu sehr angefülltes Aquarium gründlich reinigen will, so kann man dies am bequemsten dadurch thun, daß man einige Lymnaeen oder Planorben hineinbringt, die jenes Reinigungsgeschäft gewissenhaft besorgen, wenn sie keine andere Nahrung finden.

Einzellige Algen, deren Kolonieen von einer weiten, konsistenten

Gallerthülle umschlossen sind, erhalten dadurch einen Schutz gegen das Verschlungenwerden durch Mikroorganismen, wie durch Amöben, durch die gefräßigen Rädertiere oder durch Copepoden. Die Gallerthülle wirkt dann wie eine Art Sperrvorrichtung, so bei Eudorina, Uroglena, Synura, Gomphosphaeria, Coelosphaerium u. a.

Kam die Gallerthülle für die Algen bisher als Schutzorgan in Betracht, so dient eine lokalisierte Gallertausscheidung den Desmidiaceen und Oscillatoriaceen als Bewegungsmittel, wie bereits in früheren Abschnitten erörtert worden ist, und wie dies auch in gleichem Maße für die Coccidien von *Schaudin* (81) und für die Gregarinen von *Schewiakoff* (82) ermittelt wurde. In allen diesen Fällen dient eine an bestimmten Stellen ausgeschiedene Gallerte der Ortsveränderung. Die Algen werden durch dieselbe dem Lichte zugeführt, das sie zur Assimilation bedürfen, oder sie können sich an bestimmte Punkte begeben, wo sie mehr Sauerstoff erhalten, den sie zur Atmung nötig haben.

Nach *Hunger* (45) lassen sich die Gallerthüllen der Algen mit Ortsbewegung funktionell mit dem Schleimüberzuge der Fische vergleichen, ebenso mit demjenigen der Blutegel oder der Regenwürmer. Die Gallerthüllen bieten ein Schutzmittel bei der Bewegung der Algen gegen Verwundung der Zellen, indem die betreffenden Algen an scharfen Substratpartikeln, z. B. Kieselsplittern, vorübergleiten, ohne daß durch direkte Berührung des Zellkörpers mit denselben eine Verletzung eintritt. Auch mindern die weichen Gallerthüllen den Reibungswiderstand, den die oft unebene Membran der Algenzelle hervorrufen würde, auf ein Minimum herab, wodurch die Bewegung der Fäden der Desmidiaceen und Oscillatoriaceen weniger gehindert wird.

In ausgedehntem Maße dient die Hüllgallerte den Algen als Schwebemittel, ein Moment, welches auch bei den pelagischen koloniebildenden Radiolarien oder Sphaerozoeen, z. B. bei Collozoum, sich wieder findet. Im Plankton des Süßwassers findet man eine ganze Anzahl von Algen, die mehr oder weniger weite Gallerthüllen aufweisen, es sei nur an Sphaerocystis Schröteri, Staurogenia Lauterbornei, Synura, Uroglena, Eudorina und Pandorina erinnert, während im Meere des Nordens Phaeocystis Pouchetii als Gallertalge sich planktonisch findet, ebenso wie die im Stillen Ocean lebenden Cyanophyceen Haliarachne und Katagnymene (61), welche wie unsere Anabaena-Arten des Süßwassers eine Gallertscheide haben.

Litteratur-Verzeichnis.

1. *Aderhold, R.*, Beitrag zur Kenntnis richtender Kräfte bei der Bewegung niederer Organismen, in: Jenaische Zeitschr. f. Naturwissenschaften. Bd. XXII, N. F. XV. 1888.
2. *Auerbach, L.*, Über die Einzelligkeit der Amöben, in: Zeitschr. f. wissensch. Zoologie. Band VII. 1856.
3. *De Bary, A.*, Cosmocladium, in: Flora od. allgem. bot. Zeit. Regensburg 1865.
4. — Mycetozoen, in: Zeitschr. f. wissensch. Zoologie. Band X. 1859.
5. — Untersuchungen über die Familie der Conjugaten. Leipzig 1858.
6. *Van Bemmelen, A.*, Die Absorption. I. Abh. Das Wasser in den Colloiden, besonders in Kieselsäure, in: Zeitschr. f. anorg. Chemie. Band 13. 1896.
7. *Blochmann, F.*, Über eine neue Haematococcus-Art, in: Verhandlung des naturhist.-medizin. Vereines zu Heidelberg. 1886.
8. *Bohlin, K.*, Die Algen der ersten Regnell'schen Expedition. I. Protococcoideen, in: Bihang till K. Svenska Vet.-Akad. Handlingar. Band 23, Afd. III. 1897.
9. *Brand, F.*, Der Formenkreis von Gloeocapsa alpina Näg., in: Botan. Centralblatt. Band LXXXIII. 1900.
10. *Braun, A.*, Betrachtungen über die Verjüngung in der Natur. Leipzig 1851.
11. *Bütschli, O.*, Mitteilungen über die Bewegung der Diatomeen, in: Verhandl. d. naturw.-medizin. Vereines zu Heidelberg. N. F. Band IV. 1891.
12. — Protozoen, in: Bronns Klassen und Ordnungen des Tierreiches. Leipzig und Heidelberg 1880—82.
13. *Castracane degli Antelminelli, A., F.*, Report on the Diatomaceae collected by H. M. S. „Challenger" during the years 1873—76 in: Report Challenger. Botany. Vol. II. 1886.
14. *Cienkowski, L.*, Über einige chlorophyllhaltige Gloeocapsen, in: Bot. Zeitung. 1865.
15. — Über Palmellaceen und einige Flagellaten, in: Arch. f. mikrosk. Anatomie. Band IV. 1870.
16. — Zur Morphologie der Ulothricheen, in: Bull. de l'Ac. d. Sciences. Petersburg. Tome IX. 1876.
17. *Cleve, P. T.*, A Treatise on the Phytoplankton of the Atlantic and its tributaries. Upsala 1897.
18. — Report on the Phytoplankton collected on the expedition on H. M. S. „Research" 1896 in: 15. Ann. Rep. of Fishery Board for Scotland. Part. 3. 1897.
19. *Cohn, F.*, Untersuchungen über d. Entwickelungsgeschichte der mikroskopischen Algen und Pilze, in: Nov. Act. Acad. Caes. Leopold.-Car. Germ. Nat. curios. Band 24. 1854.
20. *Correns, C.*, Über Apiocystis Brauniana Näg., in: Zimmermann, Pflanzenzelle. Heft III.

21. *Correns, C.*, Über die Membran und die Bewegung der Oscillarien, in: Ber. d. deutsch. bot. Gesellsch. Band XV. 1897.
22. *Delponte, J. B.*, Specimen Desmidiacearum subalpinarum, in: Mem. d. R. Accad. scienze di Torino 1876—1878.
23. *Ehrenberg, C. B.*, Die Infusionstierchen als vollkommene Organismen. Leipzig 1838.
24. *Engelmann, Th. W.*, Über Bewegung der Oscillarien und Diatomeen, in: Bot. Zeitung 1879.
25. *Errera, L.*, Sur l'emploi de l'encre de Chine en microscopie, in: Bull. d. la Soc. belg. de Microscopie. Tome X.
26. *Girod de Chantrans*, Recherches chimiques et microscopiques. Paris 1802.
27. *Gobi, Chr.*, Fulminaria mucophila, in: Scriptis Bot. Horti Univers. Imper. Petropolitanae. Fasc. XV. 1899.
28. *Goebel, K.*, Organographie der Pflanzen. Jena 1900.
29. — Pflanzenbiologische Schilderungen. II. Band, II. Heft.
30. *Gomont, M.*, Recherches sur les enveloppes cellulaires des Nostocacées filamenteuses, in: Bull. Soc. Bot. de France. Tom. 35. 1888.
31. *Graham, Th.*, Über die Eigenschaften der Kieselsäure und anderer analoger Kolloidsubstanzen, in: Annal. d. Physik und Chemie. Band 199. 1864.
32. *Gran, H. H.*, Bacillariaceen des Kleinen Karajakfjords, in: Bibliotheca Botanica. 1897.
33. — Bemerkungen über einige Planktondiatomeen, in: Nyt Magazin for Naturvidenskaberne. Band 38. 1900.
34. *Grenfell, J. G.*, On the occurence of Pseudopodia in the Diatomaceous Genera Melosira and Cyclotella, in: Quarterly Journ. of. Microsc. Science. Vol. XXXII. 1891.
35. *Hansgirg, A.*, Über Bacillus muralis Tomaschek, nebst Beiträgen zur Kenntnis der Gallertbildungen einiger Spaltalgen, in: Bot. Centralbl. Band XXXV. 1888.
36. *Hauptfleisch, P.*, Die Ortsbewegung der Bacillariaceen, in: Mitteil. aus dem Naturwissensch. Vereine f. Neuvorpommern und Rügen. Jahrg. 1895.
37. — Zellmembran und Hüllgallerte der Desmidiaceen, in: Mitteil. aus d. Naturwissensch. Vereine f. Neuvorpommern und Rügen. Jahrg. 1888.
38. *Hertwig, R.*, Der Organismus der Radiolarien. Jena 1879.
39. *Hieronymus, G.*, Über Dicranochaete reniformis Hieron., eine neue Protococcacee des Süfswassers, in: Cohn, Beiträge zur Biologie der Pflanzen. Band V. 1887.
40. — Zur Kenntnis von Chlamydomyxa labyrinthuloides Archer, in: Hedwigia. Band XXXVII. 1898.
41. *Hirn, K. E.*, Monographie und Iconographie der Oedogoniaceen, in: Acta Societatis Scientiarum Fennicae. Tome XXVII. 1900.
42. *Hofmeister, W.*, Die Lehre von der Pflanzenzelle. Leipzig 1867.
43. — Über die Bewegungen der Fäden der Spirogyra princeps (Vauch) Link, in: Württemb. naturwissensch. Jahreshefte. 1874.
44. — Über die Fortpflanzung der Desmidiaceen und Diatomeen: in: Ber. über d. Verhandl. d. sächs. Gesellsch. d. Wissensch. zu Leipzig 1857.
45. *Hunger, W.*, Über die Funktion der oberflächlichen Schleimbildungen im Pflanzenreiche. Inaugural-Dissertation. Leyden 1899.

46. *Imhof, O. E.*, Poren in Diatomaceen und Austreten des Protoplasmas an die Oberfläche, in: Biol. Centralbl. Band VI. 1887.
47. *Karsten, G.*, Die Diatomeen der Kieler Bucht, in: Comm. z. Untersuchung deutscher Meere. N. F. Band IV. 1899.
48. *Kirchner, O.*, Algenflora von Schlesien, in: Cohns Cryptogamenflora von Schlesien. 1878.
49. *Klebs, G.*, Über die Organisation der Gallerte bei einigen Algen und Flagellaten, in: Untersuchungen aus dem bot. Institute zu Tübingen. Vol. II. 1886.
50. — Über Schleimbildung und Bewegung der Desmidiaceen, in: Biol. Centralbl. Band IV. 1885.
51. *Klebahn, H.*, Gasvakuolen, ein Bestandteil der Zellen der wasserblütebildenden Phycochromaceen, in: Flora od. allgem. bot. Zeitung. 1895.
52. *Kützing, T.*, Grundzüge der philosophischen Botanik. Leipzig 1852.
53. — Die kieselschaligen Bacillarien od. Diatomeen. Nordhausen 1844.
54. *v. Lagerheim, G.*, Zur Entwickelungsgeschichte einiger Confervaceen, in: Flora od. allgem. bot. Zeitung. 1888.
55. *Lauterborn, R.*, Über das Vorkommen der Diatomeen-Gattungen Atheya und Rhizosolenia in den Altwässern des Oberrheines, in: Ber. d. deutsch. bot. Gesellsch. Bd. XIV. 1896.
56. — Über Bau und Kernteilung der Diatomeen, in: Verhandl. d. naturw.-medizin. Vereines zu Heidelberg. N. F. Band V. 1893.
57. — Untersuchungen über Bau, Kernteilung und Bewegung der Diatomeen. Leipzig 1896.
58. *Lehmann, O.*, Molekularphysik. Leipzig 1889.
59. *Lee, B.* und *Mayer, P.*, Grundzüge der mikroskopischen Technik für Zoologen und Anatomen.
60. *Leitgeb, H.*, Über Coelosphaerium Naegelianum Unger, in: Mitteil. d. naturw. Vereines f. Steiermark. Band II. 1869.
61. *Lemmermann, E.*, Planktonalgen, in: Abhandl. des Naturw. Vereines in Bremen, Band 16. 1899.
62. *Lüders, J.*, Beobachtungen über Organisation, Teilung und Kopulation der Diatomeen, in: Bot. Zeitung 1862.
63. — Einige Bemerkungen über Diatomaceen-Cysten und Diatomaceen-Schwärmsporen, in: Bot. Zeitung 1860.
64. *Lütkemüller, J.*, Die Poren der Desmidiaceengattung Closterium Nitzsch., in: Oesterr. bot. Zeitschrift Jahrg. 1894.
65. *Mayer, P.*, Über Schleimfärbungen, in: Mitteil. d. Zool. Station zu Neapel. Band XII. 1896.
66. *Moebius, M.*, Australische Süfswasseralgen, in: Flora od. allgem. botanisch. Zeitung. 1892.
67. *Müller, O.*, Durchbrechungen der Zellwand in ihren Beziehungen zur Ortsbewegung der Bacillariaceen, in: Ber. d. deutsch. bot. Gesellsch. Bd. VII. 1889.
68. — Kammern und Poren in der Zellwand der Bacillariaceen II., in: Ber. d. deutsch. bot. Gesellsch. Band XVII. 1900.
69. *v. Nägeli, C.*, Gattungen einzelliger Algen physiologisch und systematisch bearbeitet. Zürich 1849.
70. *v. Nägeli, C.* und *Cramer, G.*, Pflanzenphysiologische Untersuchungen III. Zürich 1855.

71. *v. Nägeli, C.*, Die Stärkekörner. Zürich 1858.
72. *Pfeffer, W.*, Pflanzenphysiologie 1. Band. Leipzig 1897.
73. *Pfeiffer, F. R. v. Wellheim*, Beiträge zur Fixierung und Präparation der Süfswasseralgen, in: Oesterr. bot. Zeitung Jahrg. XLVIII. Wien 1898.
74. — Zur Präparation der Süfswasseralgen: in: Pringsheim's Jahrb. f. wissensch. Bot. Jahrg. XXVI. 1894.
75. *Pütter, E.*, Die Bacillariaceen (Diatomaceen), in: Schenk's Handbuch d. Botanik.
76. — Untersuchungen über Bau und Entwickelung der Bacillariaceen (Diatomaceen), in: Hanstein's Bot. Abhandlungen aus dem Gebiete der Morphologie und Physiologie. Heft II. 1871.
77. *Pütter, A.*, Studien über Thigmotaxis bei Protisten, in: Archiv für Anatomie und Physiologie. Supplementband 1900.
78. *Rabenhorst, L.*, Flora europaea algarum, aquae dulcis et submarinae. Lipsiae 1868.
79. *Ralfs, J.*, The british Desmidieae. London 1848.
80. *Reinke, J.*, Über Monostroma bullosum Thur. und Tetraspora lubrica Kütz., in: Pringsheim's Jahrb. f. wissensch. Bot., Band XI. 1878.
81. *Schaudinn, F.*, Untersuchungen über den Generationswechsel bei Coccidien, in: Zool. Jahrbücher (Ontogenie) Band XIII, 1900.
82. *Schewiakow, W.*, Über die Ursachen der fortschreitenden Bewegung bei den Gregarinen, in: Zeitschr. f. wissensch. Zool. Band LVIII. 1894.
83. *Schilling, J. A.*, Anatomisch-biologische Untersuchungen über die Schleimbildung bei Wasserpflanzen, in: Flora od. allgem. bot. Zeitung. 1894.
84. *Schmidle, W.*, Beiträge zur Kenntnis der Planktonalgen, in: Ber. d. deutsch. bot. Gesellsch. Band XVIII. 1900.
85. — Chlorophyceenflora der Torfstiche zu Virnheim, in: Flora od. allgem. bot. Zeitung. Jahrg. 1894.
86. *Schmitz, F.*, Die Bildung der Auxosporen von Cocconema Cistula Ehrb., in: Bot. Zeitung. 1872.
87. *Schröder, B.*, Cosmocladium saxonicum De Bary, in: Ber. d. deutsch. bot. Gesellsch. Band XVIII. 1900.
88. — Die Algen der Versuchsteiche des schlesischen Fischerei-Vereines zu Trachenberg, in: Forschungsber. d. Biol. Station Plön. Band V, 1897.
89. — Das Phytoplankton des Golfes von Neapel, in: Mitteil. d. zool. Station zu Neapel. Band XIV. 1900.
90. — Neue Beiträge zur Kenntnis der Algen des Riesengebirges, in: Forsch.-Ber. d. Biol. Station zu Plön. Band VI. 1898.
91. — Planktonpflanzen aus Seen von Westpreufsen, in: Ber. d. deutsch. bot. Gesellsch. Band XVII. 1899.
92. *Schröter, C.*, Die Schwebeflora unserer Seen, in: 99. Neujahrsblatt der Naturf.-Gesellsch. zu Zürich 1897.
93. *Schütt, F.*, Bacillariales, in: *Engler-Prantl's* Natürl. Pflanzenfamilien. Bd. I. 1896.
94. — Centrifugales Dickenwachstum der Membran und extramembranöses Plasma, in: Pringsheim's Jahrb. f. wissensch. Bot., Band XXXIII. 1899.
95. — Studien über die Zelle der Peridineen, in: Ergebnisse der Plankton-Exped. Band IV. 1895.
96. — Zur Porenfrage bei Diatomeen, in: Ber. d. deutsch. bot. Gesellsch. Band XVIII. 1900.

97. *Senn, G.*, Über einige koloniebildende, einzellige Algen, in: Bot. Zeitung. Jahrg. 58. 1899.
98. *Smith, W.*, A. Synopsis of the britisch Diatomaceae. London 1853.
99. *Stahl, E.*, Pflanzen und Schnecken. Jena 1888.
100. — Über den Einfluss des Lichtes auf die Bewegung der Desmidiaceen, in: Verhandl. d. phys.-medizin. Gesellsch. z. Würzburg. N. F. Band 14. 1879.
101. *v. Stein, F.*, Der Organismus der Infusionstiere. Leipzig 1883.
102. *Strasburger, E.*, Das botanische Praktikum. Jena 1897.
103. *Thuret, G.*, Recherches sur les zoospores des Algues, in: Annales d. sciences nat. Botanique. III. Série. 1850.
104. *Voigt, M.*, Über eine Gallerthaut bei Asterionella gracillima Heib. und bei Tabellaria fenestrata Kütz., var. asterionelloides Grun. und ihre Beziehung zu der Gallerte der Foraminiferen, Heliozoen und Radiolarien, in: Biol. Centr.-Blatt, Band XXI. 1901.
105. *de Wildeman*, in: Bulletin de l'Herbier Boissier Tome I, Nr. 7, 1893.
106. *Winogradski*, Über Eisenbakterien. Bot. Zeitung 1889.
107. *Wille, N.*, Algologische Notizen I—VI, in: Nyt Magazin for Naturvidenskaberne. Band 38. 1900.
108. — Conjugaten und Chlorophyceen, in: *Engler* und *Prantl's* Natürl. Pflanzenfamilien. I. Band 1890.
109. *Wolle, Fr.*, Freshwater Algae of the United States. Bethlehem. Pa. 1887.
110. *Zopf, W.*, Über eigentümliche Strukturverhältnisse und den Entwickelungsgang der Dictyosphaerium-Kolonien, in: Beiträge zur Physiolog. und Morphol. niederer Organismen a. d. Kryptog. Labor. d. Universität Halle. III. Heft. Leipzig 1893.
111. — Zur Kenntnis der Infektionskrankheiten niederer Tiere und Pflanzen, in: Nova act. Akad. Caes. Leop.-Carol. Germ. Nat. curios. Band 52. 1888.

Figurenerklärung.

Sämtliche Figuren sind mit einem *Abbe*'schen Zeichenapparate entworfen.

Tafel I.

Fig. 1. Oedogonium spec. steril. Von Muggenbrunn im Schwarzwald. a) Hüllgallerte um einen gewöhnlichen vegetativen Faden, b) dieselbe bei geteilten Zellen. $^{625}/_{1}$. Ungefärbt. Alkoholfixage.

Fig 2. Ulothrix mucosa Thuret. Von Virnheim. a) Breite, b) schmale Form mit strukturierter Hüllgallerte. $^{625}/_{1}$. Methylvioletttinktion, in Tusche.

Fig. 3. Radiofilum conjunctivum Schmidle. Von Virnheim. $^{625}/_{1}$. In Tusche mit verdünntem Thionin gefärbt.

Fig. 4. Scenedesmus obtusus Meyen. Von Virnheim. $^{625}/_{1}$. Weite Gallerthülle. In Tusche.

Fig. 5. Staurogenia irregularis Wille. Von Virnheim. Doppelte Gallerthülle, innere strukturiert, $^{625}/_{1}$. In Tusche mit Methylvioletttinktion.

Fig. 6. Rhaphidium Pfitzeri nob. Von Virnheim. $^{1000}/_{1}$. In Tusche.

Fig. 7. Rh. contortum Wolle. Von Virnheim. $^{625}/_{1}$. In Tusche.

Fig. 8. Dimorphococcus lunatus A. Br. Von Reutte bei Freiburg i. B. Lokale Membranverdickung an den Enden der Zellen und Intercellursubstanz nebst weiter Gallerthülle. $^{1000}/_{1}$. Neutralrottinktion in Tusche (Material in verdünntem Alkohol konserviert).

Fig. 9. Palmodactylon varium Näg. Von der Weifsen Wiese im Riesengebirge. Gallert durch Methylenblautinktion selbst nach Auswaschen des Farbstoffes noch etwas geschrumpft; um die unteren beiden Zellen granuliert erscheinende Höfe nach der Tinktion zeigend. $^{625}/_{1}$ Methylenblaufärbung.

Fig. 10. Tetraspora gelatinosa Ag. Von der Weifsen Wiese. a) Weitabstehende Hüllgallerte wenig kontrahiert. Zellen mit sogenannten Pseudocilien. Teilungsstadien. In Tusche mit sehr verdünnter wässeriger Lösung von Neutralrot. $^{625}/_{1}$. b) in 50% Alkohol. Gallerte und Pseudocilien stark geschrumpft, letztere peitschenartig verbogen. $^{625}/_{1}$.

Fig. 11. Amphipleura pellucida Kütz. Von Virnheim. a) Zelle an beiden Enden mit Gallertstielen. b) Bandartiger Gallertstiel von der Spitze der Zelle weggebogen. c) Lamellöse Struktur des Stieles bei starker Tinktion sichtbar werdend. $^{625}/_{1}$, Gentianaviolettfärbung.

Fig. 12. Fragilaria crotonensis Kitton. Von Virnheim. Weite Gallerthülle um ein kurzes Zellband. $^{625}/_{1}$, in Tusche.

Fig. 13. Tabellaria flocculosa Kütz. Vom Kümmelbacher Hofe bei Heidelberg. Zellkette mit Basal- und Intercalarpolstern und doppelter Gallerthülle, innere dichter. $^{625}/_{1}$, alkoholische Mucikarmintinktur.

Fig. 14. T. fenestrata Kütz. Vom Kümmelbacher Hofe. Mit Intercalarpolstern und einfacher hyaliner Gallerthülle. $^{625}/_{1}$, in Tusche, Bismarckbrauntinktion.

Fig. 15. Anabaena spec. Vom Landstuhlmoor i. d. Pfalz. Strukturlose Gallerthülle um den ganzen Faden, an den Aufsenwänden der Dauerzelle stark tingierte granulöse Massen. $^{625}/_{1}$, in Tusche, Methylenblaufärbung.

Fig. 16. Aphanizomenon Flos-aquae Ralfs. Von Virnheim. Dauerzelle von einer schmalen, strahlig strukturierten Gallerthülle umschlossen. $^{625}/_{1}$, in Tusche, Thionintinktion.

Fig. 17. Merismopoedium tenuissimum Lemmermann. Vom Landstuhlmoor. Zellen in doppelter gemeinsamer Hüllgallerte ohne Struktur, $^{625}/_{1}$, in Tusche.

Fig. 18. Chroococcus spec. wie Fig. 17.

Tafel II.

Fig. 1. Gonatozygon Ralfsii De Bary. Von der Weifsen Wiese. Zellenden mit Intercellularsubstanz. $^{1000}/_{1}$, Methylenblautinktion.

Fig. 2. Spondylosium spec. Von Virnheim. Zellen mit Intercellularsubstanz, strukturierter innerer und strukturloser äufserer Gallerthülle. $^{625}/_{1}$, in Tusche, Thionintinktion.

Fig. 3. Closterium Lunula Ehrbg. Vom Kümmelbacher Hofe. Mit allseitiger Gallerthülle und an einem Ende ausgeschiedenem Gallertstiele. $^{250}/_{1}$, in Tusche.

Fig. 4. C. moniliferum Ehrbg. Vom Kümmelbacher Hofe. Lokale einstündige Ausscheidung von spiralig gewundenen Gallertstielen erst links, dann rechts. $^{625}/_{1}$, in Tusche.

Fig. 5. Cosmocladium subramosum Schmidle. Von Virnheim. a) Seitenansicht einer normalen 4zelligen Familie in gemeinsamer Hüllgallerte, die über den Scheiteln der Zellhälften strukturiert erscheint. Zwischen den Zellen die sogen. Verbindungsfäden, in Tusche; Safranintinktion. b) Zellfamilie in Teilung begriffen, Teilungsebene der beiden Zellen links horizontal zu derjenigen der beiden Zellen rechts. Formolfixage-Safranintinktion. a) und b) $^{1000}/_{1}$.

Fig. 6. Disphinctium connatum De Bary. Von Virnheim. Zwei durch Teilung einer Mutterzelle entstandene Tochterzellen, die noch mit den Scheiteln ihrer neugebildeten Zellhälften zusammenhängen. Weite zartstrukturierte Hüllgallerte, bei der Berührungszone der Zellen tief dunkel tingiert, $^{625}/_{1}$, in Tusche, Methylvioletttinktion.

Fig. 7. Cosmarium subtumidum Nordst. Von Virnheim. Zelle mit 3 Gallerthüllen, die innerste mit Stäbchenstruktur, die mittelste ebenfalls, aber granulös, die äufserste hyalin. $^{625}/_{1}$, in Tusche, Dahliatinktion.

Fig. 8. C. bioculatum Bréb. Vom Landstuhlmoor. Zelle mit Porenorganen, Gallertprismen darüber und weiter Hüllgallerte. $^{625}/_{1}$, in Tusche, Thioninintinktion.

Fig. 9. Arthrodesmus octocornis Ehrbg. Vom Landstuhlmoor. Weite strukturlose Hüllgallerte. $^{625}/_{1}$, in Tusche, Methylenblautinktion.

Fig. 10. Euastrum oblongum (Grev.) Ralfs. Vom Kümmelbacher Hofe. a) Zelle mit 1½stündiger lokaler Gallertausscheidung in Tusche. $^{450}/_{1}$; b) Gallertstiel stärker vergrölsert $^{625}/_{1}$, a und a′ geben die natürliche Dicke des Stieles in neutraler Tuschelösung an, b und b′ zeigen den Stiel nach Behandlung mit verdünntem Methylenblau stark geschrumpft und lamellös strukturiert[1].)

Fig. 11. Micrasterias Crux-Melitensis Ehrbg. Von der Weifsen Wiese. Ein Viertel der Zelle mit äufserer und in Tusche sichtbarer Gallerthülle, innerer, mit Methylenblau tingierter Gallerthülle und zahlreichen Porenorganen. $^{625}/_{1}$.

Fig. 12. M. denticulata (Bréb.) Ralfs. Von der Weifsen Wiese. a) Rechte Hälfte eines Scheitellappens im optischen Querschnitt mit Hüllgallerte und büscheltragenden Porenorganen nebst den Poren der Zellmembran; b) Zone um den Isthmus der beiden Zellhälften, dort längere Porenorgane als am Scheitel, dieselben zuweilen auch gekrümmt, die der einen Zellhälfte denen der anderen zugeneigt. a und b $^{1000}/_{1}$, in Tusche, Methylenblautinktion.

Fig. 13. Staurastrum orbiculare Ehrbg. Vom Kümmelbacher Hofe. Zelle nach vollendeter Teilung mit sich ausbildenden jungen Zellhälften. Raum zwischen den alten Zellhälften mit Gallert ausgefüllt, Hüligallerte um die alte Zelle äufserst dünn. $^{625}/_{1}$ in Tusche, Dahliatinktion.

Fig. 14. S. teliferum Ralfs. Vom Feldberg im Schwarzwald. Hüllgallerte ohne alle Struktur. $^{625}/_{1}$, in Tusche, Methylenblautinktion. Formolfixage.

[1]) Fig. 10 c und d sind Krystallbildungen, die bei Behandlung des Gallertstieles mit verschiedenen Reagentien (mit Ammonoxalat [c] und darauf mit Schwefelsäure [d]) enstanden sind und auf die im Texte nicht weiter Bezug genommen wurde.

Fig. 15. S. cuspidatum Bréb. forma. Vom Landstuhlmoor. Weite strukturlose Hüllgallerte. Porenorgane an Ecken der Zelle unterhalb der Basis der Stachel inseriert. $^{625}/_{1}$, in Tusche, Thionintinktion. a) Scheitelansicht mit Chromatophor und Pyrenoid, b) Vorderansicht.

Fig. 16. S. lunatum Bréb. forma. Vom Landstuhlmoor. Hüllgallerte wie bei Fig. 15. Gallertprismen zu einer inneren Hülle zusammengeflossen. Porenorgane mehr centralständig, spärlich, aber verlängert, hufnagelförmig mit kugelig verdicktem Köpfchen. $^{625}/_{1}$, in Tusche, Thionintinktion; a), b) Scheitel-, c) Vorderansicht.

Fig. 17. S. pseudofurcigerum Reinsch. Vom Landstuhlmoor. Hüllgallerte strahlig strukturiert, Porenorgane sehr zahlreich, über die ganze Zelloberfläche verbreitet mit Ausnahme einer Zone am Isthmus, ohne besonderes Köpfchen. $^{625}/_{1}$, in Tusche, Thionintinktion. a) Seiten-, b) Scheitelansicht.

Fig. 18. S. Dickieï Ralfs forma. Vom Landstuhlmoor. Weite, nicht strukturierte Hüllgallerte. Porenorgane lang und fein, mit leicht ausgerandeten oder gespaltenen Köpfchen. $^{1000}/_{1}$, in Tusche, Thionintinktion.

(Sonderabzüge, ausgegeben den 1. März 1902.)

Vorgeschichtliche Chirurgie.

Nach einem am 25. Februar 1902 im Naturhistorisch-medizinischen Verein zu Heidelberg (Medizin. Sekt.) gehaltenen Vortrag

von

Dr. Ludwig Wilser.

Wenn Sie, meine Herren, sich heute für ein halbes Stündchen in die Urzeit zurückversetzen, werden Sie es begreiflich finden, daß damals im harten Daseinskampf gegen die Naturgewalten, mit riesigen Vierfüßlern wie mit Seinesgleichen dem Menschen und seinem Vorläufer Gelegenheit genug zu allen möglichen Verletzungen gegeben war. In der That zeigen die wenigen Überbleibsel der ältesten Menschenrassen und des Vormenschen deutliche Spuren davon: das Oberschenkelbein des Pithekanthropus trägt einen Auswuchs (Exostose), der anscheinend eine durch einen langen Dorn oder spitzen Ast hervorgerufene Erweiterung (Aneurysma) der Schenkelschlagader umschlossen hat, und der Neanderthalmensch (Homo primigenius) muß, wie die Gelenkenden seiner Armknochen erkennen lassen, während des Lebens eine starke Verstauchung (Subluxation) des linken Ellbogens mit Bruch der Elle erlitten haben. Schwerere Verwundungen führten unter den damaligen Verhältnissen selbstverständlich zum Tode, doch zeigt u. a. ein Gorillaskelet der hiesigen zoologischen Sammlung mit seinem offenbar durch einen Kugelschuß zerschmetterten, aber verhältnismäßig gut geheilten Oberschenkel, daß die Heilkraft der Natur unter Umständen recht erhebliche Zerstörungen auszugleichen vermag. Dem erfahrenen Weidmann ist bekannt, daß manchmal „gehaxelte" Hirsche, Gemsen, Rehe (mit abgeschossenem Lauf) mit dem Leben davonkommen, daß in die Falle gegangene Füchse oder anderes Raubzeug mit scharfem Zahn das eingeklemmte Glied durchbeißen und auf dreien entfliehen,

daß Fremdkörper oder Schmarotzer mit Maul und Pfoten entfernt werden. In ähnlicher Weise wird sich auch der Urmensch mit seinem viel höher entwickelten Gehirn und seiner geschickten Hand zu helfen gewußt und, vermöge seiner geistigen Fähigkeiten in den Besitz von Werkzeugen gelangt, auch diese zum gleichen Zwecke benützt haben.

Zeugnis von solchen, absichtlich und mit Hilfe von Werkzeugen ausgeführten Eingriffen geben zahlreiche[1]) Vorzeitschädel aus der Steinzeit, dem Erz- und Eisenalter, die nicht ohne Kunst und Geschick eröffnet (trepaniert) sind. Diese merkwürdige und auffallende Erscheinung hat selbstverständlich die Prähistoriker in hohem Maße gefesselt und beschäftigt: die Frage der Trepanation ist, wie ein französischer Forscher, *Cartailhac*[2]), sich ausdrückt, eine „der anziehendsten und verwickeltsten der vorgeschichtlichen Archäologie". Als sich in den siebziger Jahren vorigen Jahrhunderts die Funde derartig bearbeiteter Schädel, die jede zufällige Verletzung während des Lebens oder nach dem Tode ausschlossen, zu mehren begannen und *Prunières* 1873 auf einer wissenschaftlichen Versammlung in Lyon ein bei dieser Stadt in einem Steinzeitgrab gefundenes rundliches, offenbar als Anhänger getragenes Schädelstück (la rondelle de Lyon) vorgezeigt hatte, trat diese Frage besonders in den Vordergrund, und man suchte sich Rechenschaft darüber zu geben, was wohl die Vorzeitmenschen zu diesem weder einfachen noch ungefährlichen Eingriff veranlaßt haben könnte. Auf dem Internationalen Anthropologenkongreß des Jahres 1876 in Budapest gab *Broca* als Ergebnis seiner Untersuchungen und Erwägungen die Antwort[3]) in folgenden beiden Sätzen: 1. in der neolithischen Zeit pflegte man am lebenden Menschen, besonders bei Kindern, durch eine chirurgische Operation den Schädel zu eröffnen, in der Absicht, damit gewisse innere Krankheiten erfolgreich zu behandeln (chirurgische Trepanation); 2. der Schädel bekam durch das Überstehen dieses Eingriffes wunderthätige Eigenschaften, sodaß man nach dem Tode oft kleine Stücke oder Scheiben, mit Vorliebe am geheilten Rande des ursprünglichen Schädelloches, ausschnitt, um sie als schutzbringende Amulette zu tragen (posthume Trepanation). Gewiß war *Broca* ein

[1]) Schon 1885 konnte *Prunières* 167 Fälle aufführen; mit den inzwischen gefundenen Schädeln wird nahezu die Zahl 200 erreicht sein.

[2]) L'Anthropologie 1900, S. 462 in einer Besprechung von *de Nadaillac*'s Schrift Les trépanations préhistoriques, Louvain 1900.

[3]) Comptes rendus. La trépanation du crâne et les amulettes crâniennes de l'époque néolithique.

kenntnisreicher und scharfsinniger Forscher, in allem hat er aber nicht das Rechte[1]) getroffen: so bedürfen auch seine Ansichten über die vorgeschichtliche Trepanation auf Grund vermehrter Erfahrung und nach dem heutigen Stand der Forschung einer nicht unwesentlichen Berichtigung.

Ehe wir aber auf Einzelheiten eingehen, lassen Sie mich erst mit Hilfe einiger Abbildungen[2]) Art und Ausführung der Operation in der Steinzeit erläutern. Die Öffnungen sind meist kreis- oder eirund, manchmal rautenförmig mit abgerundeten Ecken und befinden sich auf der Scheitelhöhe, auf einem der beiden Scheitelbeine oder an den Schläfen, selten auf der Stirne. Ein in einem Dolmen der Cevennen gefundener Schädel[3]) zeigt rechts und links von der Pfeilnaht zwei unregelmäßig runde Trepanlöcher, ein anderer[4]) deren vier, ein neuzeitlicher Berberschädel[5]) noch mehr. Die meist gut verheilten Ränder sind gewöhnlich schräg, sodaß der Durchmesser im Durchschnitt 3—4 cm, an der inneren Schädelplatte etwas kleiner ist, und offenbar mit einem scharfen Steinmeißel oder Schaber hergestellt. Daß man in der neueren Steinzeit solche Werkzeuge von genügender Vollendung zu fertigen verstand, zeigen beispielsweise die ungemein feinen und scharfen, zumteil sogar hohlgeschliffenen Feuersteinmeißel[6]) des Kopenhagener Museums. Im Jahre 1877 hat übrigens *Broca* einen von ihm selbst mit Steinwerkzeugen und bestem Erfolg trepanierten Hund der Pariser Anthropologischen Gesellschaft vorgestellt.

Manche Naturvölker, wie die Neubritannier, führen noch heute die Operation mit Steinmessern aus, und die von den Kabylen zur Schädelöffnung gebrauchten Werkzeuge, eine Art Schaber und eine kleine Säge, Brima und Menchar genannt, sind zwar von Eisen, aber höchst einfach[7]) und ursprünglich. Auch in der nordischen Bronze-

[1]) So hat seine „race celto-slave", die zwei geschichtliche Namen arischer Völker mit der rundköpfigen Rasse (Homo brachycephalus) verquickt, viel Verwirrung angerichtet. — Einige bei Olmütz gefundene, künstlich eröffnete Schädel sollen sogar aus der älteren Steinzeit stammen.

[2]) Ymer 1901, Om trepanation af hufvudskålen, såsom folksed i forna och nyare tider, af *Gustaf Retzius*. — Des gleichen Verfassers prachtvolles Schädelwerk Crania suecica antiqua, deutsche Ausgabe 1900, G. Fischers Verlag, Jena. — L'Anthropologie, versch. Jahrgänge, u. a.

[3]) L'Anthropologie 1898, S. 380.

[4]) *Verneau*, L'allée couverte des Mureaux, gleiche Zeitschrift 1890.

[5]) *Malbot* u. *Verneau*, La trépanation du crâne dans l'Aurès, gl. Ztschr. 1897.

[6]) *Worsaae*, Nordiske oldsager i det kongelige museum i Kjöbenhavn, 1859.

[7]) Abbildungen auf S. 178 u. 179, L'Anthropologie 1897.

zeit finden sich schon die Spuren[1]) einer zum gleichen Zwecke gebrauchten Säge. Im allgemeinen verrät die Ausführung des chirurgischen Eingriffes so viel Geschick und Verständnis der vorgeschichtlichen Heilkünstler, daß ein französischer Arzt[2]) ihnen folgendes, vielleicht doch etwas zu überschwängliche Zeugnis ausstellt: „Heutzutage könnten wir nicht besser, als es unsere vorgeschichtlichen Vorfahren gethan haben, die einzelnen Gehirngebiete feststellen und, was Ausdehnung und Sitz der gedrückten motorischen Centren anlangt, die Schädelöffnung bewerkstelligen."

Diese Bemerkung führt uns zurück zu der Frage nach dem Zweck des ohne allen Zweifel zielbewußt und kunstgerecht ausgeführten Eingriffes. Sicherlich wollte man damit eine Heilwirkung erreichen, aber wie kam man dazu? Wir gehen meines Erachtens nicht fehl, wenn wir annehmen, daß chirurgische Hilfeleistungen bei Schädelverletzungen den ersten Anstoß dazu gegeben haben. Durch Steinwaffen und die spitzen Augsprossen[3]) von Hirschgeweihen konnte sehr leicht die Hirnschale zertrümmert oder durchbohrt werden, und indem man die eingedrungenen Fremdkörper und Knochensplitter entfernte, dem auf das Gehirn drückenden Bluterguß einen Ausweg verschaffte, wurde man von selbst auf die unter Umständen wohlthätige und heilsame Wirkung der Schädeleröffnung hingeführt. *Hansen* beschreibt einen solchen aus der Steinzeit stammenden, in einem Ganggrabe bei Grydehöj gefundenen Schädel eines älteren Mannes, dessen Stirne durch einen Beilhieb gespalten ist; am oberen Ende der geheilten, aber nicht ganz ausgefüllten Knochenwunde befindet sich eine kreisrunde, nicht die ganze Dicke des Stirnbeines durchdringende Grube von 3 cm Durchmesser, die offenbar angelegt war, um Knochensplitter zu entfernen. Einen ähnlichen, wenn auch einer späteren, der älteren Eisenzeit angehörenden Fall hat *Schmidt* ebenfalls in den Nordischen Jahrbüchern[4]) veröffentlicht: ein Schwerthieb hat das Stirnbein von der Kranznaht bis zur Augenhöhle gespalten, und von beiden Enden der Hiebwunde ziehen sich tiefe

[1]) Soeren *Hansen*, Om forhistorisk trepanation i Danmark, Aarböger f. nord. oldkyndighed og historie, 1889.

[2]) *Reboul*, Observations concernant le crâne trépané trouvé dans un dolmen auprès de Montpellier-le-Vieux, L'Anthropologie 1898.

[3]) In Skandinaviska Nordens ur-invårare I, 1838, beschreibt *Nilsson* ein auch im *Retzius*'schen Schädelwerk abgebildetes Schädeldach, das durch den Zinken eines Elchgeweihs durchbohrt ist. Die in den letzten Jahren getragenen Stöcke mit Hirschhorngriffen haben ähnliche, oft lebensgefährliche Verletzungen verursacht.

[4]) Aarb. f. nord. oldkynd. og hist. 1877.

Sprünge nach der Schläfe hin. Mittels einer Säge, deren Zähne deutliche Spuren im Knochen zurückgelassen haben, ist das zwischen dem unteren Wundende und vorderen Sprung gelegene dreieckige Stück des Stirnbeins entfernt, bei der Schwere der Verletzung aber, wie die Knochenränder zeigen, eine Heilung nicht erzielt worden. Durch derartige ärztliche Hilfeleistungen geübt und an die Eröffnung der Schädelhöhle gewöhnt, wird man schon frühzeitig dazu übergegangen sein, sie auch bei gewissen inneren Krankheiten, wie Kopfschmerzen, Krämpfen, Lähmungen, besonders aber bei Seelenstörungen, die man ja durch böse Geister entstanden glaubte, anzuwenden. Wie man, um der Seele des Entschlafenen das Ausfliegen zu gestatten, in einer Platte der steinernen Grabkammern ein rundes Loch anzubringen pflegte, so wollte man am Schädel des „Besessenen" dem unreinen Geist, nachdem man ihm durch allerlei Beschwörungen den Aufenthalt verleidet hatte, ein Pförtchen zum Herausschlüpfen öffnen. Daß in jener grauen Vorzeit dabei der Aberglaube eine unheimliche Rolle gespielt und manche durchaus ungerechtfertigte Trepanation verschuldet hat, liegt auf der Hand. In einzelnen Fällen aber, wie z. B. in dem angeführten, von *Reboul* besprochenen, deuten verschiedene Knochenwucherungen auf eine wirkliche Hirnkrankheit hin. *Broca's* erster Satz hat somit seine Bestätigung gefunden, nur ist der Eingriff nicht allein wegen innerer Leiden oder infolge abergläubischer Vorstellungen, sondern auch, und vielleicht zuerst, wegen Schädelverletzungen, auch nicht hauptsächlich bei Kindern, sondern in der Mehlzahl der Fälle bei Erwachsenen beiderlei Geschlechts, manchmal bei sehr kräftigen und bejahrten Männern ausgeführt werden. Wenn Sie das runde, mit zwei Öffnungen versehene Schädelstück[1]) von Petit-Morin betrachten, so können Sie keinen Augenblick darüber im Zweifel sein, daß dasselbe an einer durchgezogenen Schnur als Anhänger getragen worden ist; wir haben aber nicht den geringsten Anhalt dafür, daß solche Scheibchen aus Totenschädeln geschnitten wurden. Dagegen liegt, wie *Hansen* richtig bemerkt, die Annahme sehr nahe, daß gerade für den Überlebenden ein aus dem eigenen Kopf gezogenes Knochenstück von ganz besonderer, geheimnisvoller Bedeutung ge-

[1]) Einen ähnlichen in Rußland gefundenen Anhänger hat *Anutschin* auf dem archäolog. Kongreß in Wilna besprochen. Verhandlungen etc. Moskau 1895. — Auch in Deutschland sind zwei solcher Amulette, in Gräbern der Bronzezeit, gefunden worden (*Schaaffhausen*, Congrès internat. d'anthropologie etc. de Budapest, Comptes rendus 1876. — *v. Boxberg*, Trepaniertes Schädelstück von Zschorna, Ztschr. f. Ethnol. 1884).

wesen sein muß. Nur wo man, wie im alten Peru, die Leichen einbalsamierte, kann die von *Broca* vermutete „posthume Trepanation", mittels deren das Gehirn durch harzige, fäulnishemmende Stoffe ersetzt wurde, nachgewiesen werden. Aber auch die Inkas haben den Eingriff wahrscheinlich zuerst und mit Vorliebe am Lebenden vorgenommen: unter 1000 Schädeln aus altperuanischen Grabstätten fand *Muñiz*[1]) 19 trepanierte. Auch bei den Mexikanern[2]), den Ainos, Papuas[3]), Tahitiern bestand oder besteht diese Sitte, und es ist schwer zu entscheiden, inwieweit hierbei eine Übertragung von Volk zu Volk in Betracht kommt.

In unserem eigenen Weltteil war der merkwürdige Brauch schon in der neolithischen Zeit weit verbreitet: aus Frankreich, Belgien, Portugal, Spanien, England, Deutschland, der Schweiz, Böhmen, Rußland und besonders aus dem Norden[4]) sind künstlich eröffnete Schädel bekannt, und noch immer mehren sich die Funde. Es ist daher wahrscheinlich, daß die Wanderungen derjenigen Rasse (Homo europaeus), die Trägerin der alteuropäischen Steinkultur war, mit anderen auch diese Sitte bis nach Nordafrika und zu den Guanchen auf Teneriffa gebracht haben. Einige europäische Völker, die auch in anderer Hinsicht der Urzeit noch näher stehen, wie die Montenegriner, Albanesen und Serben[5]), unternehmen auch heutzutage noch aus geringfügigen Ursachen, wie Kopfschmerzen u. dgl. den Eingriff, meistens „sans inconvénient pour leur santé."

Als Merkwürdigkeit sei angeführt, daß noch in neuerer Zeit

[1]) *Gomara*, Historia de las Indias, Madrid 1749. — *Lehmann-Nitsche*, Revista del museo de La Plata 1899. — *Munro*, Proceed. of the Soc. of nat. of Scotland 1892. — *Muñiz* and McGee, 17th ann. rep. of the bureau of Americ. Ethnology.

[2]) *Lumholtz* and *Hedlicka*, Trephining in Mexico, Amer. Anthropologist 1897.

[3]) *v. Luschan*, Trepanierte Schädel aus Neu-Britannien, Ztschr. f. Ethnologie 1898. — *Crump*, Australasian meth. miss. review 1896. — Die Neu-Britannier trepanieren nur bei Schädelverletzungen.

[4]) Für Dänemark führt *Hansen* (l. c.) vier trepanierte Vorzeitschädel auf, zwei aus der Steinzeit und je einen aus dem Erz- und Eisenalter. — Ein 1863 bei Falköping in Schweden gefundener Steinzeitschädel mit Öffnung ist nicht mehr vorhanden, wahrscheinlich 1892 beim Brand im Museum Carolinum zu Grunde gegangen; dagegen hat im August 1900 *Almgren* in einem der älteren Eisenzeit angehörenden Grabfeld bei Alvastra nicht weniger als drei, alle auf der linken Seite trepanierte Schädel (in natürlicher Größe in Crania suecica antiqua, verkleinert in Trepanation af hufvudskålen abgebildet) gefunden.

[5]) *de Baye*, Le Montenegro, le pays et les habitants, 1844. — *Trojanovic*, Die Trepanation bei den Serben, Korr.-Blatt d. deutsch. Anthr. Ges. 1900, 2.

englische Schäfer und Landleute den Eingriff wegen Drehkrankheit (Blasenwurm) öfter an Schafen vorzunehmen pflegten.

Die schon in der Steinzeit erfundene, später mit ehernen und eisernen Werkzeugen ausgeführte Operation ist ein Bestandteil der Heilkunst geblieben: von *Hippokrates*, der schon die Kreissäge[1]) gebraucht haben soll, und *Galenus* geübt und empfohlen, ist sie, wie z. B. ein besonders schön und kunstgerecht eröffneter Schädel aus einem fränkischen Grabe von St. Quentin zeigt, auch in den Stürmen der Völkerwanderung nicht vergessen worden (wahrscheinlich war auch der „Kopfeinschnitt", den sich Karl der Dicke wegen anhaltender Kopfschmerzen machen ließ, eine Trepanation); die arabischen Ärzte des Mittelalters haben sie auf den hohen Schulen zu Cordova und Salerno gelehrt, die großen Wundärzte des 16. Jahrhundert, wie *Ambroise Paré*, bei Verletzungen und Hirnkrankheiten angewendet. Technisch und diagnostisch vervollkommnet, wirkt sie, wie bekannt, in geeigneten Fällen auch heute noch oft lebensrettend.

Ein von *Prunières* aufgedecktes steinzeitliches Massengrab bei L'Aumède (Bull. d. l. Soc. d'Anthr. de Paris 1876) enthielt allerlei Knochen mit Krankheitserscheinungen und Verletzungen. Ein Splitterbruch des rechten Unterschenkels ist ohne Verschiebung so gut geheilt, „daß wohl jeder moderne Chirurg mit einem ähnlichen Resultate zufrieden gewesen wäre" (*Tillmanns*, Über prähistorische Chirurgie. Arch. f. klin. Chirurgie XXVIII). Auch die rechtwinkelige Stellung einer mit Verknöcherung ausgeheilten Endzündung des Sprunggelenks ist vieleicht auf Kunsthilfe zurückzuführen.

Von sonstigen Spuren chirurgischer Eingriffe an Skeletten der eigentlich vorgeschichtlichen Zeit ist nicht viel gefunden worden. Ein Schädel aus einem Grabhügel der älteren Bronzezeit bei Schöngeising (Staatssammlung in München) zeigt zwar auf dem linken Scheitelbein eine anscheinend von einem Beilhieb herrührende Vertiefung, die aber ohne Kunsthilfe geheilt sein kann, und die durch einen mit großer Gewalt geführten Stoß durchbohrte Hinterhauptsschuppe des Wormser Paulusmuseums[2]), läßt keine Heilungserscheinungen erkennen, da jedenfalls wegen Zerreißung der großen Blutleiter (sinus transversus und torcular Herophili) sofortiger Tod durch Verblutung eingetreten ist. Knochenauftreibungen an einem bronzezeitlichen Unter-

[1]) Vom griech. trypanon, spätlat. trepanum, Bohrer, kommt ja der Name der Operation her.

[2]) *Lehmann-Nitsche*, Ein Beitrag zur prähist. Chirurgie. Langenbecks Arch. LI, 4. — Ders., Beiträge zur prähist. Chirurgie u. s. w. Inauguraldissertation 1898.

kiefer (Worms) und einem Oberarmbein[1]) aus einem keltischen Gräberfeld (München) sind höchst wahrscheinlich Folgen von Verletzungen, die aber auch ohne Behandlung in Heilung übergegangen sein können.

Zahlreicher werden die Anzeichen erfolgreicher Hilfeleistungen und Eingriffe in germanischen Gräbern der Völkerwanderungszeit, die ja eigentlich schon der Geschichte angehören, mit der Vorgeschichte aber noch im engsten Zusammenhang stehen; sie dürfen daher wohl hier mit besprochen werden, zumal da die Zeugnisse der Heilkunst unserer Vorfahren unsere besondere Teilnahme erwecken. Wie begreiflich, war die Heilkunde der alten Deutschen noch ganz vom Zauber des Geheimnisvollen und Wunderbaren umgeben und durchdrungen. Durch Gebet und Opfer erflehte man die Beihilfe der guten Götter und suchte Schmerzen zu lindern und Wunden zu heilen durch Beschwören und Besprechen (ahd. bigalan, eigentlich Besingen; lat. incantatio, gr. epaoidē, durch Bestreichen mit geweihten Gegenständen oder wunderthätigen Steinen, meist alten Waffen, sogen. Donnerkeilen, oder merkwürdigen Versteinerungen, denen man häufig, um die Wirkung zu verstärken, noch heilbringende Runen[2]) einritzte. Eine solche Besprechung ist uns in dem bekannten, jetzt auch über dem Eingang einer deutschen Klinik prangenden Merseburger Zauberspruch[3]) erhalten:

Phol ende Wodan vuorun zi holza,
du wart demo Balderes volon sin vuoz birenkit;
thu biguolen Sinthgunt, Sunna era suister,
thu biguolen Friia, Volla era suister,
thu biguolen Wodan, so he wola conda:
Sose benrenki, sose bluotrenki, sose lidirenki,
ben zi bena, bluot zi bluoda,
lid zi geliden, sose gelimida sin.

Wie Sie gehört haben, sind es in erster Reihe Göttinnen, die den Heilspruch singen, und in den Händen der germanischen Frauen

[1]) *Reinecke,* Beschreibung der Skeletreste aus dem Flachgräberfelde von Manching. Beiträge zur Anthropologie und Urgeschichte Bayerns XII. 1897.

[2]) Sigrdrifumal 11: Limrunar skaltu kunna, ef thu vilt laeknir vera, Zweigrunen mußt du kennen, wenn du Arzt werden willst.

[3]) Die Sprache ist altniederfränkisch und steht mundartlich dem Ludwigslied am nächsten; zeitlich sind die Merseburger Sprüche etwas früher zu setzen, da sie Stabreim und heidnische Erinnerung bewahrt haben. Das Eindringen des Endreims kündet sich an in den Worten insprinc haptbandun, invar vigandun. Ähnliche Sprüche werden noch heutigen Tages gebraucht, nur ist an Stelle der Heidengötter die heilige Dreieinigkeit getreten.

(von dem „leichthändigen Weibervolk", miuktaekukvennafolki, sprechen die nordischen Sagen) lag ja nach den Berichten der Geschichtschreiber nicht nur Weissagung und Zauberei, sondern besonders auch — das werden unsere heutigen Ärztinnen gerne hören — die Heilkunst. „Zu den Müttern, zu den Gattinnen tragen sie ihre Wunden", lesen wir bei *Tacitus*[1]), und diese begnügten sich nicht mit Beschwörungen, sondern schraken nicht davor zurück, Hand anzulegen zur Untersuchung und zu kunstgerechtem Verband (exigere), wie denn überhaupt ein so kriegerisches Volk, dem Blut und Wunden etwas Alltägliches waren, von selbst zu werkthätigem Eingreifen kommen mußte. Die Heilkraft verschiedener Pflanzen war wohl bekannt, und man verstand aus ihnen lindernde Tränklein zu brauen, schmerzstillende Räucherungen und Umschläge, fäulnishemmende Wundwässer und heilsame Salben[2]) zu bereiten. Als die Römer unter Germanicus an der Nordsee lagerten und infolge des brackigen Wassers an einer skorbutartigen Mundkrankheit (stomacace) litten, zeigten ihnen, wie *Plinius*[3]) berichtet, die Frisen als Heilmittel ein unter dem Namen „britannisches" bekanntes Kräutchen. Unter den zahllosen Pflanzen, die dieser Schriftsteller in seiner Naturgeschichte als heilkräftig und fäulniswidrig (er gebraucht öfter den Ausdruck septicum im Sinne unseres antisepticum) aufzählt, finden sich viele, deren Anwendung die Römer durch die nordischen Völker, Gallier[4]), Germanen, Thrakee und Skythen, kennen gelernt hatten. Auch die Seife, die ja in der ärztlichen Kunst eine so große Rolle spielt (gall. lat. sapo, an. sapa, ahd. seipha, saiffa), ist nach dem gleichen Gewährsmann eine nordische Erfindung (Gallorum hoc inventum rutilandis capillis. Fit ex sebo et cinere. N. H. XXVIII, 51). Daß das Einsammeln der Wurzeln und Kräuter (mhd. wurze unt krut, davon „Gewürze" und „Drogen", ndd. droege, trocken), um sie recht wirksam zu machen, unter allerlei geheimnisvollen und abergläubischen Gebräuchen stattfand — nach Opferspenden, bald mit der rechten, bald mit der linken Hand, ohne Messer, barfüßig, in frisch gewaschenem Gewande, vor Sonnenauf-

---

1) Germ. 7.

2) Dazu nahm man mit Vorliebe Butter, Honig, Schweine- und Gänseschmalz, aber — aus abergläubischen Gründen — auch das Fett von Bären, Wölfen, Füchsen, Schlangen und anderen Tieren.

3) Nat. Hist. XXV, 6.

4) Die gallischen Druiden kannten das Wesen der Dinge und den Lauf Gestirne, waren Seher und Ärzte. *Caes.*, B. G. VI, 14, *Pomp. Mela*, Geogr. III, 2, *Plin.* N. H. XXX, 4.

gang, bei Neumond oder in ganz dunkler Nacht, vor dem ersten Frühlingsgewitter[1] —, daraus werden wir in Anbetracht des Wunderglaubens, der noch heute in vielen Köpfen spukt, unseren Ahnfrauen keinen Vorwurf machen dürfen. Wie es von den gallischen bezeugt ist, besaßen sicher auch die germanischen Priester Kenntnisse in Natur- und Heilkunde, und mancher Nordlandsrecke war, wie die homerischen Helden Machaon und Podalirios, Arzt und Krieger zugleich und wußte nach den Sagen neben Schwert und Lanze auch Schienen, Sonde[2] und Nadel (spelkur, spik, spiär) zu handhaben. Der altgermanische Name des Arztes, got. lekis[3], ist auch keltisch, irisch liaig, und ins Slavische, lekari, Litauische, liekorius, und Finnische, lääkari, übergegangen. Nach der Schlacht galt, wie wir bei *Prokop* und anderen Schriftstellern lesen, die erste Sorge den Verwundeten, und diese Bemühungen wurden oft vom besten Erfolge gekrönt. So war in einem der Kämpfe um Rom ein Gotenheld, der Bannerträger (bandakarios) Wisand, im heftigsten Kampfgetümmel schwer verwundet worden und als tot liegen geblieben. Am dritten Tage fand man ihn bei der Bestattung der Gefallenen unter einem Leichenhügel, aus dreizehn Wunden blutend und nur schwach atmend; trotzdem wurde er vollständig wiederhergestellt, lebte noch lange und war auch späterhin ein Schrecken der Feinde. Das zeugt freilich vor allem von einer guten Heilhaut, aber auch von der Kunst der gotischen Wundärzte. Von ähnlichen wunderbaren Heilungen berichten die nordischen Sagen, die ja manchmal in märchenhafter Weise übertreiben, im ganzen aber doch die damaligen Zustände richtig widerspiegeln. So wurde beispielsweise in einem Gefecht dem Helden Hromund der Bauch aufgeschlitzt; er stopfte hinein, was heraushing, schnitt mit dem Messer zwei Knopflöcher in die Bauchdecken, zog ein Band durch, knüpfte es zusammen, schnallte den Schwertgurt fester und kämpfte weiter. Nach der Schlacht vernähte Svanhvit, seine Geliebte, die Wunde kunstgerecht, und unter der Pflege eines heilkundigen Mannes Namens Hagal genas er vollkommen.

So finden wir denn in germanischen Gräbern an Schädeln und Gliedmaßen nicht selten die Spuren erfolgreich behandelter, oft recht

[1]) *Plin.* N. H. XXIV 62, 63, 82, 107 und sonst.

[2]) Zahlreiche chirurgische Instrumente aus der Römerzeit befinden sich in den benachbarten Sammlungen von Mannheim, Worms, Mainz.

[3]) Davon got. lekinon, ags. laecnian, an. laekna, ahd. lachinon, heilen, und neuschwedisch läkning, läkare, Heilung, Arzt.

schwerer Verletzungen. Vor allem bitte ich, Ihre Aufmerksamkeit auf dieses Prachtstück, einen Alemannenschädel[1]) aus der Sammlung des Mannheimer Altertumsvereins, richten zu wollen. Ein furchtbarer Schwerthieb, der nicht minder für die Kraft des Armes als für die Güte der Klinge spricht, hat das linke Scheitelbein und die Stirne gespalten; eine Menge von Knochensplittern hat jedenfalls entfernt, eine heftige Blutung gestillt und, bei dem freiliegenden Gehirn, die Wunde aufs sorgfältigste verschlossen und behandelt werden müssen. Trotz alledem ist, wie Sie sehen, die Sache gut abgelaufen und alles, bis auf eine Lücke im Stirnbein, glatt und schön geheilt, sodaß der Träger dieses Schädels seine schwere Verwundung anscheinend lange überlebt hat. Zwei Schädel aus baiovarischen Reihengräbern bei Allach (Staatssammlung in München, abgebildet in Langenbecks Archiv III 4) zeigen ebenfalls vorzüglich geheilte, auf zweckmäßige Wundbehandlung schließen lassende Verletzungen, der erste einen Beilhieb der rechten Stirnseite mit Vortreibung der inneren Schädelfläche, der zweite auch auf der Stirn ein mit Hautlappen durch einen Schälhieb abgetrenntes, 5 cm langes und 2 cm breites, die innere Platte nicht berührendes Knochenstück, das mit ganz geringer Verschiebung und Verdickung, jedenfalls unter einem Druckverband schön eingeheilt ist. Ein weiblicher Schädel von Wies-Oppenheim[2]) aus der Merowingerzeit hat auf dem Scheitel eine eirunde, 5 cm lange, 3 cm breite Grube mit deutlichen Zeichen von Eiterung, die zweifellos von einer Kopfverletzung herrührt und ohne Behandlung wohl nicht in der Weise verheilt wäre.

Tadellos, ohne Verschiebung, Verkürzung und erhebliche Verdickung geheilte, ohne Zweifel durch einen geschickten Arzt mit festem Verband behandelte Knochenbrüche (Staatssammlung in München, abgebildet in Langenbecks Archiv) sind gefunden worden in schwäbischen und baiovarischen Gräbern von Memmingen und Burglengenfeld, im ersten Fall ein Schiefbruch beider Unterschenkelknochen, im anderen ein Bruch des rechten Wadenbeines im oberen Drittel. Verschiedene Gliedmaßenknochen, Oberarm, Elle, Speiche,

[1]) Der Schädel, 1860 in einem frühgermanischen Grab bei Wallstadt gefunden, stammt anscheinend von den ersten Eroberern des Landes, den Alemannen, her, die sich hart neben der gallo-römischen Siedelung (Walahastat) niedergelassen hatten. Die Beigabe von Waffen zeigt, daß der Mann bis zu seinem Tode wehrfähig war.

[2]) *Köhl,* Korrespondenzblatt der deutsch. Gesellsch. f. Anthropologie etc. 1880.

Oberschenkel, Wadenbein, aus vorfränkischen und fränkischen Gräbern aus der Umgegend von Worms (Paulusmuseum), deren Abbildung Sie hier[1]) sehen, zeigen mehr oder weniger gut geheilte Brüche, offenbar je nach der den Verletzten zu teil gewordenen Pflege und Behandlung. Jedenfalls „läßt sich nicht verkennen, daß bei deren Heilung[2]) Kunsthilfe mitgewirkt hat".

In den Städten des Frankenreiches und am Hofe der Merowingerkönige, wo sich nordisch-germanische Sitten mit römischer Kultur begegneten und vermischten, gab es bald einen Stand berufsmäßiger Ärzte, den Namen (Marileif, Reovalis, Petrus, Donatus, Nikolaus) nach teils germanischer (gotischer), teils römischer oder griechischer, auch jüdischer Herkunft, die ihre wissenschaftliche Ausbildung, zumteil wenigstens, den Medizinschulen in Rom und Konstantinopel[3]) verdankten. Obgleich ihre Kunst oft reich belohnt wurde —

die arzenie kunden, den gap man richen solt,
silber ane wage, darzuo daz liehte golt

heißt es noch im Nibelungenlied —, so hatte der ärztliche Beruf damals entschieden noch mehr Schattenseiten als heute. Marileif, Leibarzt[4]) des Königs Chilperich, aber aus unfreiem Stande hervorgegangen, wurde nach dem Tode seines Herrn von einem gewaltthätigen fränkischen Großen aller seiner Schätze, Gold, Silber, Kleinodien, Rosse, beraubt und mußte wieder, wie einst sein Vater, wie seine Brüder und Vettern, als Leibeigener in der Mühle und Backstube arbeiten. Als die böse Königin Austrichilde, an einer damals herrschenden Seuche (anscheinend cholera nostras) erkrankt, ihr Ende herannahen fühlte, nahm sie ihrem Gemahl das eidliche Versprechen ab, ihre Ärzte, deren „Tränke" ihr alle Lebenskraft genommen hätten, mit dem Tode büßen zu lassen, und dieser, der sonst gutmütige König Gunthramn, ließ auch beide mit dem Schwert[5]) hinrichten.

---

1) *Lehmann-Nitsche's* angeführte Dissertation.

2) *Köhl,* Ausgrabungen bei Worms. Korrespondenzblatt 1897.

3) Reovalis, beschuldigt, einen jungen Menschen entmannt zu haben, rechtfertigte sich damit, er habe dem Knaben wegen eines auf andere Weise nicht heilbaren Bruchleidens, die Hoden, wie er es von berühmten Ärzten in Konstantinopel gesehen, ausgeschnitten und ihn damit vollständig hergestellt.

4) In dieser Zeit ist aus dem gr. archiatros, Leibarzt, das deutsche arza-arzet, Arzt, entstanden.

5) *Gregor* von Tours XII, 25 und V 35.

Nach diesem Rückblick auf die Anfänge unserer Wissenschaft werden Sie, meine Herren, deren Hauptaugenmerk selbstverständlich auf die Gegenwart gerichtet sein muß, auf die Fortschritte und Vervollkommnung der Heilkunst, deren glänzende Entwickelung Sie mit gerechtem Stolze erfüllt, nach diesem Rückblick, meine ich, werden Sie doch auch dem, was unsere entfernten Vorfahren, unsere ältesten Fachgenossen mit so bescheidenen Mitteln geleistet haben, Ihre Anerkennung nicht versagen können.

(Sonderabzüge, ausgegeben den 2. Juli 1902.)

Experimentelle und klinische Blutdruckuntersuchungen mit Gärtner's Tonometer.[1]

Von

Max Neu.

I. Das Tonometer und seine Kontrolle.

Kritische Besprechung einzelner Blutdruckmesser. — Die Bedeutung exakter Blutdruckmessungen beim Menschen ist sowohl von physiologischer als klinisch-medizinischer Seite allgemein anerkannt. Aus dem jahrzehntelangen Bestreben, einen praktisch verwertbaren, genau arbeitenden Messungsapparat zu schaffen, läßt sich das genugsam erkennen.

Vor etwa zwei Jahren ist von *Gärtner* der Ärztewelt ein Blutdruckmesser, Tonometer, genannt, übergeben worden, der innerhalb dieser kurzen Zeit vielseitige Benutzung erfahren hat. Wie bei allen neuen Instrumenten stehen sich enthusiastische Empfehlung und skeptische Ablehnung gegenüber.

Der richtige Maßstab für die Prüfung dieser neuen Untersuchungsmethode läßt sich, wie mir scheint, am besten dadurch gewinnen, daß man die bisherigen Apparate zur Blutdruckmessung in einem geschichtlichen Abriß einer kritischen Betrachtung unterzieht.

Mehr als hundert Jahre bedurfte es seit dem denkwürdigen Versuche der ersten Blutdruckbestimmung am Tiere durch den englischen Geistlichen *Stephan Hales*, bis ein derartiges Beginnen am Menschen durch *Faivre* und später durch *Albert* gewagt wurde. Der Weg, eine Methode zur indirekten Blutdruckmessung zu finden, wurde erst zu Anfang der achtziger Jahre im verflossenen Jahrhundert fast gleichzeitig von *Marey* und *Basch* betreten.

Während der Apparat *Basch*'s, des Altmeisters der Blutdruckmessung, bis auf den heutigen Tag seinen gebührenden Platz in der

[1] Von der medizinischen Fakultät zu Heidelberg gekrönte Preisarbeit.

wissenschaftlichen Rüstkammer behaupten konnte, sind andere Instrumente, wie *Waldenburg*'s Pulsuhr oder die von *Hoorweg*, *Potain*, *Bloch* mehr oder minder der Vergessenheit anheimgefallen.

Der Apparat von *Basch* ist zu vielfachen wissenschaftlichen Untersuchungen verwendet worden, er ist wiederholt auf seine Fehlerquellen geprüft und durch Tierexperimente kontrolliert. Die wichtigsten Daten der Blutdruckverhältnisse des Menschen sind großenteils mit seiner Hilfe gesichert worden. So unantastbar das Prinzip der Konstruktion des Instrumentes auch ist, es hat sich herausgestellt, daß der Apparat dennoch mit vielen Fehlern behaftet ist und streng objektive Resultate nicht gewährleistet: daher ist gegenüber der Verwertung der mit ihm erhaltenen Resultate fast einstimmig die größte Vorsicht empfohlen worden, weil neben der difficilen Anwendungsweise die Subjektivität den größten Spielraum besitzt.

Trotzdem versuchte ich, schon aus dem Grunde, um einen Beitrag zur Lösung der Kontroverse zwischen *v. Basch* und *Gärtner* zu liefern, mich des *Basch*'schen Sphygmomanometers als Kontrollapparat des Tonometers zu bedienen. Nachaichung des mit einem Anaeroidmanometer versehenen Instrumentes neuester Konstruktion mit einem Quecksilbermanometer, die der Assistent des physikalischen Institutes, Herr Dr. *Kahlow*, anzustellen die Güte hatte, ergaben so große und so inkonstante Differenzen (zwischen — 8,5 und + 21,8 mm Hg schwankend), daß unter diesen Umständen auf diese Vergleichsart zu verzichten war. In allerneuester Zeit ist allerdings aus der I. Münchner medizinischen Klinik eine Arbeit von *Hirsch* (119) erschienen, die über Vergleichsmessungen mit *Basch*'s und *Gärtner*'s Instrumenten berichtet. Die Ergebnisse sind die, daß das Tonometer ebensowenig den absoluten Blutdruck angebe wie das Sphygmomanometer, sondern diesen plus dem durch Haut, Weichteile und Gefäßwand erzeugten Druck. Beide Apparate seien daher nur bei ein und derselben Person verwendbar wegen der gleichen Fehlerquelle bei steter Anwendung an gleicher Stelle.

Nachteile des *Gärtner*'schen Tonometers seien die, daß 1. an der Stelle der Messung durch lokale Reize der daselbst herrschende Druck beeinflußt werde ohne allgemeine Beeinflussung des Blutdrucks; 2. daß durch Auswechseln des Ringes die Ausführung der Messung zeitraubend und kompliziert werde. *Hirsch* will daher zu dem täglichen Gebrauch am Krankenbett den *Basch*'schen Apparat vorziehen.

Von anderen Meßinstrumenten kamen in Betracht die von

Mosso (39), *Härthle* (31), *Riva-Rocci* (95), *A. Frey* (103), *Hill* und *Barnard* (122), *Francke* (74) und endlich *M. v. Frey* (106).

Tschlenoff (39) kam auf Grund eingehender Studien zu dem Resultate, daß *Mosso*'s Apparat, so objektiv das Prinzip erscheint, häufig unsichere und unzuverlässige Ergebnisse liefert, und daß er noch dazu nicht bei allen Personen angewandt werden kann, so daß er den Apparat für klinische und praktische Zwecke nicht einmal empfehlen kann.

Das Prinzip, auf dem das *Härthle*'sche Instrument basiert, ist als durchaus objektiv zu betrachten: darüber herrscht Einstimmigkeit bei allen, die das Instrument kennen und benutzten. Ist einmal die Prozedur der Applikation vollendet, so läßt sich der Blutdruck beliebig lange unter diversen Bedingungen studieren. Die Methodik ist aber nicht nur zeitraubend, sondern für den Patienten — bei ihm die Blutdruckmessung praktisch zu üben, darauf kommt es dem Kliniker wesentlich an — geradezu belästigend, so daß bei Schwerkranken der Apparat nicht ohne weiteres zu gebrauchen ist. Abgesehen von den unangenehmen Parästhesien ist es nicht unmöglich, worauf *Sahli* (34) aufmerksam macht, daß der Blutdruck durch Anlegen der blutleer machenden *Esmarch*'schen Binde reflektorisch beeinflußt werden könne.

Der Apparat von *Riva-Rocci* beruht auf gleichen technischen Einrichtungen wie *Gärtner*'s Tonometer, mit dem Unterschiede indes, daß dort das persönliche Ermessen des Beobachters, der durch seine Tastempfindung das Verschwinden und Wiedererscheinen des Pulses kontrolliert, besondere subjektive Fehlerquellen einführt. Die Autoren (30, 95) sind mit dem Instrument zufrieden und selbst *Basch* (49) räumt ihm eine Existenzberechtigung ein. Für den praktischen Gebrauch ist es recht geeignet, hat aber gegenüber dem Tonometer den Nachteil, daß der Vorderarm durch Anlage eines *Esmarch*schen Schlauches blutleer zu machen ist, ein Umstand, der wiederholte Messungen in kurzen Intervallen bei Schwerkranken nicht nur verbietet, sondern reflektorisch den Gesamtblutdruck unkontrollierbar beeinflussen kann.

Von *A. Frey* in Baden-Baden ist nach dem *v. Basch*'schen Prinzipe ein Blutdruckmesser konstruiert worden. Nach Art einer Briefwage wird durch einen Stempel unter Grammgewichtsbelastung die Arteria radialis zum Verschluß gebracht: die Handhabung des Apparates scheint zwar sehr einfach zu sein, er beansprucht aber eine recht difficile Einstellung, welche unter allen Umständen lotrecht er-

folgen muß, widrigenfalls durch den ungleichmäßig ausgeübten Druck Fehler auftreten.

Der Vorzug wird dem Apparat nachgerühmt, daß mit ihm auch der Venen- wie Kapillarblutdruck bestimmt werden könne.

Seit dem Bekanntwerden des *Frey*'schen Instrumentes ist, soweit ich aus der Litteratur ersehen konnte, erst eine Arbeit mit seiner Hilfe entstanden, in der Heidelberger Dissertation von *O. Strauss* (102). Dieser Autor ist in Bezug auf die Kapillardruckbestimmung skeptisch: er glaubt nicht, daß sie ihm in allen Fällen gelang. Vielmehr ist er der Meinung, dazu sei das *Gärtner*'sche Tonometer besser geeignet; die betreffenden Versuche hat er aber nicht angestellt.

Das Instrument von *Hill* und *Barnard* steht dem *Riva-Rocci*schen Apparat recht nahe, nur besitzt der komprimierende Schlauch eine größere Kompressionsfläche; das Blutleermachen mit der *Esmarch*schen Binde und deren Einflüsse auf den lokalen und allgemeinen Blutdruck fallen hier weg. Denn das Luftkissen, mit einer Luftpumpe und einem Manometer in Verbindung, am Oberarm angelegt, verschließt durch den Luftdruck die Brachialarterie. Verschwinden und Wiedererscheinen der Pulsation bilden das Kriterium für die Manometerablesung. *Jarotzny* (122) meint, dieser Blutdruckmesser zeige den mittleren Arteriendruck an. *v. Recklinghausen* (118) aber hat in seiner Arbeit über die Grenzen und Genauigkeitsgrößen der Blutdruckmessung am Menschen durch einen prinzipiell gleich gebauten Apparat nachgewiesen, daß der maximale Blutdruck gemessen werde[1]. Die praktische Verwendbarkeit scheint immerhin durch die umständliche Anwendungsweise beeinflußt. Die Ergebnisse mit *Hill* und *Barnard*'s Apparat zeigen nach *Jarotzny*'s Notizen wenigstens gute Übereinstimmung mit denen des Tonometers.

In allerjüngster Zeit ist die Zahl der Blutdruckmesser um einen weiteren vermehrt worden, durch den von *Francke* (74, 97). Derselbe lehnt sich an das Prinzip des *v. Basch*'schen Apparates an, mit dem wesentlichen Unterschiede aber, daß alle nötigen Manipulationen, wie Abschluß der peripheren rückläufigen Pulswellen und Ausübung des zur Messung nötigen Druckes durch objektive Vorrichtungen besorgt werden. In einfacher Weise ist ein Sphygmograph mit dem Blutdruckmessapparat vereinigt. Zu lange dauernden Beobachtungen von Schwankungen, zur direkten Demonstration der Schwankungs-

[1]) In dieser ausgezeichneten Studie sind die verschiedenen Methoden der Blutdruckmessung bis auf den heutigen Tag, vom Standpunkte des Experimentalphysiologen, einer eingehenden Kritik unterzogen.

kurven scheint der Apparat vorzüglich geeignet. Nachprüfungen und praktische Anwendungen des Instrumentes durch andere Autoren stehen noch aus.

Die Reihe der für eine Kontrolle des *Gärtner*'schen Tonometers in Betracht kommenden Apparate ist bis auf die einfache Meßmethode des Blutdruckes nach *M. v. Frey* (106) erschöpft.

Ich habe mich nun entschlossen mit dieser Methode die Ergebnisse des Tonometers zu kontrollieren, ein Unternehmen, das, wie mir dünkt, einer Rechtfertigung bedarf. Man ist nämlich dadurch in der Lage, an der Stelle, an der man mittelst des Tonometers den Blutdruck zu bestimmen gedenkt, denselben durch eine anders geartete, wenn auch prinzipiell nicht differente Methode zu vergleichen.

Dazu kommt, daß das Verfahren, an sich äußerst einfach angelegt, trotz scheinbar großer Subjektivität, in entsprechender Versuchsanordnung relativ objektive Ergebnisse zu liefern vermag.

Da ich annehmen darf, daß die *v. Frey*'sche Methode noch nicht allgemein bekannt und der Ort ihrer Schilderung nicht jedermann zugänglich ist, mag eine kurze Schilderung der Methode am Platze sein.

Taucht man eine Hand senkrecht in Quecksilber von der Temperatur der Haut ein, so hat man abgesehen von unangenehmen Empfindungen an der Haut auch das Gefühl der Pulsation des eigenen Blutstroms. Durch das Quecksilber wird das Glied und mit ihm die Arterien komprimiert: an der Stelle, wo die Kompression der Arterien beginnt, ist der hydrostatische Druck der Flüssigkeit gleich dem des Blutes. Der Ort der gefühlten Pulsation steigt um so mehr centralwärts, je tiefer man die Hand einsenkt, und ist beliebig zu variieren. Indem man die Entfernung dieser Stelle von der Oberfläche des Quecksilbers durch ein Meßband bestimmt, erhält man die Größe des Blutdruckes in Millimetern Quecksilber.

v. Frey zeigt durch theoretische Betrachtung, daß der Hg-Druck unvermittelt auch bis auf die tiefer liegenden Gefäße übertragen wird, so daß in einer bestimmten Region dem Blutstrom ein Strömungshindernis gesetzt wird; die Pulswellen werden positiv reflektiert und summiert unserem Gefühl wahrnehmbar gemacht.

Man hat nur darauf zu achten, daß der Arm möglichst vertikal eingetaucht wird und so tief, bis die Pulsation, die eine genau lokalisierbare ist, an gewünschter Stelle erscheint.

Der Blutdruckwert, der auf diese einfache Weise bestimmt wird, entspricht allerdings dem maximalen Blutdruck. Denn für die

Bestimmung ist Voraussetzung, daß peripheriewärts von der Pulsationsstelle die Cirkulation unterbrochen sein muß. Zur Erreichung dieses Zweckes muß aber ein derartiger äußerer physikalischer Druck angewandt werden, daß auch dem Druckmaximum im Gefäßsystem, also den Gipfeln der systolischen Wellen, ein Hindernis gesetzt wird.

Was nun das Gärtner'sche Tonometer anbelangt, so stimmen alle darin überein: der Apparat sei sehr einfach konstruiert und leicht zu handhaben; im Gegensatz zu allen bisherigen derartigen Vorrichtungen werde ein Faktor für das Kriterium der Blutdruckmessung eingeführt, der eine relativ große Objektivität der Messung gewährleistet: der Gesichtssinn.

Über die Einrichtung des Tonometers sei folgendes kurz gesagt: Ein T-förmiger, ziemlich dickwandiger Kautschuckschlauch kommuniziert an zwei Enden mit einem Hg. bezw. Metallmanometer und einem pneumatischen Ring; das dritte Ende läuft in einem Kompressionsballon aus. Die Messung selbst geschieht nun so: der pneumatische Ring wird über die Mittelphalange eines geeigneten Fingers gestreift, die Fingerkuppe anämisiert und durch einen mit dem Kompressionssystem erzeugten Überdruck vom weiteren Blutzufluß abgesperrt. Man läßt allmählich mit dem Drucke im Ballon nach und liest im Augenblicke der Wiederrötung der anämisierten Endphalange den Stand des Quecksilbermeniscus als dem Blutdruckwert entsprechend am Manometer in Millimetern Hg. ab.

Bevor ich meine Methode bei den Messungen und meine Erfahrung über die dabei möglichen Fehlerquellen angebe, will ich die Urteile der bisherigen Untersucher anführen, weil sich größtenteils auf der kritischen Verwertung letzterer meine unten zu schildernde Methode aufbaut.

Die Einwände, die gegen die absolute Verläßlichkeit des Tonometers erhoben wurden, kann man der besseren Übersicht wegen scheiden in solche, die in der Einrichtung des Apparates zu suchen sind und in außerhalb derselben liegende, sei es auf seiten des Versuchsobjektes oder des Untersuchers.

Fast alle Einwände beziehen sich auf die Beschaffenheit des pneumatischen Ringes, den wichtigsten Bestandteil des Apparates. *Grebner* und *Grünebaum* (5.), die zuerst das Instrument praktisch verwerteten und nach ihnen *Weiß* (20.) konstatierten differente Werte dann, wenn ein Mißverhältnis bestand zwischen Dicke des Fingers und dem Lumen des Ringes oder ein zu weiter Ring ergab ihnen unrichtige Resultate. Dabei macht *Weiß* auf einen mög-

lichen Fehler aufmerksam, der durch die sternförmigen Falten, die bei Erzeugung des Druckes im Ringe entstehen, bedingt sein könnte; dieselben sollten bei verschieden dicken Fingern die Druckgröße ändern. Derselbe Autor vindiziert auch der Beschaffenheit des Gummis am Ringe eine Bedeutung für den Ausfall der Ergebnisse.

Was die Fehlerquellen außerhalb des Instrumentes anlangt, war es besonders *A. Fränkel*, der darin eine Beeinträchtigung der Resultate erblickt, daß man den Blutdruck an peripheren Arterien bestimmt, die leicht Einflüssen unterworfen seien, die die Messung ungenau machen könnten. *Grebner* und *Grünebaum* gehen soweit, aus dem Reiz, der an Ort und Stelle durch die Messung gesetzt wird, eine reflektorische Beeinflussung des gesamten Blutdruckes anzunehmen, wobei sie auf die physiologischen Experimente von *Latschenberger* und *Dealma*, sowie *Albert* zurückgreifen.

Nunmehr komme ich zur Schilderung der von mir beobachteten Methodik.

Im wesentlichen hielt ich mich an die Angaben, wie sie *Gärtner* in seiner ersten Veröffentlichung (3.) machte. An der Mittelphalange desjenigen Fingers, um die sich der Ring bequem anlegte, so zwar, daß er nicht zu weit war, auch nicht abschnürte, sondern die Epidermis leicht allseitig berührte, legte ich den pneumatischen Ring an. Mit einem Gummiring, den ich über die Fingerkuppe herabrollte, bewirkte ich eine möglichst vollkommene Anämisierung. Die Hand des untersuchten Individuums hielt ich in Höhe des Herzpitzenstoßes, das Individuum selbst befand sich, in jeglicher Beziehung unabgelenkt, in Rückenlage. In Intervallen von 2—3 Sekunden ließ ich die Hg-Säule um je 5 mm Hg sinken, wobei ich zur exakten Dosierung das Schraubenkompressorium benutzte. Der Stand des Hg-Meniscus, also den Blutdruckwert, las ich in dem Zeitpunkte ab, wo die Fingerbeere diffus gerötet erschien. Die Messungen wurden im allgemeinen an der rechten Hand, aber auch an der linken vorgenommen; stets wurde beim gleichen Individuum der gleiche Finger benützt.

Aus äußeren Gründen war das Arbeiten mit einer zweiten Person nicht möglich; auf mich selbst angewiesen, erwarb ich mir leicht eine Technik, die möglichste Objektivität garantierte, worin ich mich des öfteren durch einen Kollegen kontrollieren ließ: Mit meiner rechten Hand ließ ich die Hg-Säule um je 5 mm Hg sinken, in der linken Hand ruhte die zu beobachtende Hand des untersuchten Individuums. Von dem jeweiligen Stand der Hg-Säule hatte ich keine Kenntnis, also erfolgten die endgültigen Ablesungen unbeeinflußt von

der untersuchenden Person. Nur bei vergleichenden Messungen zwischen rechter und linker Hand z. B. arbeiteten zwei Untersucher (Kollege oder Krankenschwester).

Ich komme zur Diskussion und Prüfung der möglichen Fehlerquellen.

Die Einwände gegen ein fehlerhaftes Sitzen des Ringes bestehen nach meinen Nachprüfungen zu Recht. Während nun bisher die Fehlerhaftigkeit des Verfahrens bei Anwendung zu weiter Ringe betont wurde, möchte ich hervorheben, daß das andere Extrem, in das man danach leicht verfallen könnte, nämlich auf zu festen Sitz zu sehen, zu ebenso großen Fehlern führt.

Im Gegensatz zu anderen Autoren schlug ich zur Prüfung dieser und ähnlicher Fragen einen eigenen Weg ein. Ich arbeitete nicht mehr mit zwei, wenn auch gut verglichenen Apparaten, sondern ich schuf mir eine Modifikation des *Gärtner*'schen Tonometers, die über manche Beobachtungsfehler hinweghilft.

In das Schlauchende, das sonst der Befestigung des pneumatischen Ringes dient, schaltete ich ein T-förmiges Glasrohr ein, dessen zwei freie Enden mit Gummischläuchen von je 50 cm Länge, gleichem Lumen und gleicher Wandstärke, wie es der ursprüngliche Apparat besitzt, armiert wurden. An deren Enden waren mit entsprechenden Schraubengewinden zwei möglichst gleich gebaute pneumatische Ringe angebracht. Da der durch den Gummiballon ausgeübte Luftdruck durch Einschaltung eines dem ursprünglichen gleichen Schlauchsystems in keiner Weise in seinem physikalischen Gesetzen folgenden, gleichen Ausdehnungsbestreben gehindert wird, so war die Garantie gegeben, mit einem Apparat von einer Person gehandhabt, gleichzeitige Messungen an zwei differenten Stellen der gleichen Hand vorzunehmen; Voraussetzung ist nur, daß die zwei pneumatischen Ringe gleich gebaut sind und gut dem Finger anliegen. Zur Ermittelung der Druckgröße braucht man nur darauf zu achten, ob das Einschießen an den zwei Beobachtungsorten gleichzeitig oder bei verschiedenem Manometerstand erfolgt.

Diese beschriebene Messungsmethode ergab mir in vielen Versuchen, deren Einzelanführung über den Rahmen dieser Arbeit führen würde, daß bei gesunden Individuen die Differenzen unter Verwendung zu weiter Ringe: 15—20 mm Hg (unter pathologischen Verhältnissen bei an sich hohen Druckwerten 40—45 mm Hg) betragen; bei zu engen Ringen schwankt die Differenz in ungefähr gleichen Grenzen, 10—20 mm Hg. Zu bemerken ist, daß ein Ring

gut paßte, der andere die Varietät darbot; auf ersteren sind die Schwankungen bezogen. Die Größe des Blutdruckes an sich ist für den Ausfall der Differenz natürlich maßgebend.

Als erstes Postulat für eine einwandfreie Messung gilt, daß der Ring nicht zu fest und nicht zu weit sei; als objektives Kriterium dafür mag das dienen, daß er sich soeben noch gut um die betr. Phalange bewegen läßt.

Mit diesem Prüfungsmodus ergab sich mir weiter, daß es völlig gleichgültig für den Druckwert ist, an welchem Finger der betr. Hand, Zeige-, Mittel- oder Goldfinger, die Messung vorgenommen wird, vorausgesetzt daß der Ring die entsprechenden Bedingungen erfüllt. Vom anatomisch-physiologischen Standpunkt aus betrachtet, überrascht dieses Ergebnis nicht; den die Art. digital. volares communes, die sich in die digitales volares propriae aufspalten, nehmen aus der gleichen Gefäßbahn (Art. volaris sublimis) ihren Abgang und stehen unter dem Seitendruck ihres Ursprungsgefäßes. Nach diesen anatomischen Verhältnissen des Gefäßbogens weist *Gegenbaur* (72) auf die Gleichmäßigkeit der Blutzufuhr und die funktionelle Bedeutung hin, wenn auch, wie überhaupt im Gefäßsystem, Anomalien nicht so selten sind. Wo Differenzen vorhanden waren, ließ sich der Grund dazu bald ermitteln. So konstatierte ich bei einem kräftigen italienischen Arbeiter:

Blutdruck r III,2 — 95 mm Hg[1])
r V,2 — 110 „ „

Die Ursache dieser Differenz war die schwielig verdickte Epidermis des bei der Arbeit besonders insultierten Fingers. *v. Recklinghausen* konnte ebenfalls am kleinen Finger höhere Werte bei Anwendung des G. T.[2]) beobachten.

In gleicher Weise ermittelte ich weiter, daß, caeteris paribus, der Blutdruckwert nicht abwich, wenn ich den Ring statt an der Mittelphalange an der Grundphalange anlegte. Auf dieses Verhalten werde ich zurückkommen, wo ich bei Erörterung des Gewebseinflusses den Vorschlag mache, die Messungen, womöglich, immer an der Grundphalange vorzunehmen.

Auch über die Bedeutung des Grades der erzeugten Anämie habe ich Nachprüfungen angestellt, ob nämlich die *Gärtner*-

[1]) Hier und späterhin bedeutet diese Abkürzung: r. oder l. die betr. Hand, die röm. Ziffer den Finger und die Arab. die Phalange. Hier heifst r III, 2. 2. Phalange des Mittelfingers der rechten Hand.

[2]) G. T. gleich *Gärtner*'s Tonometer.

schen Angaben (3), daß die Stärke der Anämie der Fingerkuppe die Messung nicht beeinträchtige, zu Recht bestehen.

Weder lokal erzeugte Hyperämie, noch besonders starke Anämisierungen hatten irgend einen erheblichen Einfluß [1]). Jedenfalls aber ist eine möglichst vollkommene Anämisierung sehr erwünscht, weil die Farbendifferenzen, bestimmter hervortretend, ein präzises Ablesungsmoment verbürgen.

Alle Autoren, die nach *Gärtner* mit dem Tonometer arbeiteten, benutzten zur Erzeugung der Blutleere nicht das dem Instrument beigegebene Fingerhut-Kompressorium, sondern Gummiringe. Ich hätte daher nicht nötig, diese technische Maßnahme besonders zu erwähnen, wenn nicht, was meines Wissens noch nicht betont ist, aus der Applikation des Kompressoriums direkt Fehler entstünden [2]).

Während bei der Anämisierung mit dem Ring die zu untersuchende Hand passiv in Herzhöhe lagert, wird bei Anwendung des Kompressoriums, gegen die Absicht des Untersuchers, von der Versuchsperson durch die Versteifung des Fingers und Einpressen in das Lumen des Kompressors der Blutdruck beeinflußt. Die Arbeit, die nämlich dabei geleistet wird, ist zu analysieren als aktiv körperliche und geistig intentive.

Somit dürfte das Fingerhut-Kompressorium aus dem Instrumentarium des *Gärtner*'schen Tonometers zu verbannen sein, zumal die Anämisirung auf eine einfachere Weise und exakter sich erreichen läßt.

Was die Verminderung des nötigen Überdruckes und die Art der Ablesung anbelangt, so hat sich mir die ursprüngliche *Gärtner*'sche Angabe bewährt. Kein zu großer Überdruck, Intervalle von 2—3 Sek. und Senkungen um je 5 mm Hg. Untersucht man ein unbekanntes Individuum, so wird man zweckmäßigerweise im Anfange einen höheren Überdruck wählen als bei

[1]) Beispiel *Winterle*:

Bd. —	r. III, 2	100—105	Die erste Phalange wird 5 Minuten in 45° C. warmes Wasser gehalten; danach
Bd. —		105—110	Eine Viertelstunde später die gleiche Phalange 5 Min. lang in Eis, darauf
Bd. —		100—105	Die Schwankungen überschreiten nicht die Fehlergrenze von 5 mm Hg.

[2]) Beispiel *P. Raschke*: 30. VII. 00. 11^h a. m. Puls 64.

l. III, 2	95	Anämisierung durch Gummiring.	
	115	Anämisierung durch den Compressor.	

späteren Messungen. Für den Anfang reicht zumeist ein Druck von 200 mm aus, später nimmt man 30—60 mm Hg mehr als die bisherigen Blutdruckwerte betrugen. Jedenfalls, das ist zu betonen, hängt von diesem Vorgehen nicht die Exaktheit der Messung, sondern die Zeitdauer einer Messung ab.

Wohl aber ist von Belang, wie groß die Zeitintervalle zwischen den Senkungen sind. Es zeigt sich, worauf übrigens auch in der inzwischen erschienenen Dissertation von *Schleisiek* (93) hingewiesen ist, daß eine Rötung auch allmählich eintreten kann, wenn man länger als die 2—3 Sek. wartet; analoges hat auch *Gumprecht* für den *Riva-Rocci*'schen Apparat beobachtet. Ungefähr um die gleiche Zeit werden spontan von unbefangenen Versuchspersonen Pulsationen als gefühlt bezeichnet. Die Differenz zwischen der gefühlten Pulsation und dem Einschießen der Blutwellen ergab, aus mehr als hundert Messungen berechnet, für den normalen Blutdruck 5—20 mm Hg, für pathologische Fälle bis 45 mm Hg, d. h. die Pulsation wird stets früher gefühlt als die Rötung objektiv erfolgt.

Indessen der Unterschied zwischen der momentanen, fast explosiven diffusen Rötung und dem allmählichen Einschießen der maximal-systolischen Blutwellen ist nicht zu verkennen.

Die Erklärung der so früh empfundenen Pulsation, die *Schleisiek*[1]) aus allgemein physikalischen Gesetzen gefolgert giebt, dürfte zu bestätigen sein. Aber die Folgerung, die er daraus ziehen will, ist wohl nicht zulässig. Er folgert: „Die auftretende Pulsation giebt uns das Blutdruckmaximum, die später eintretende Rötung dagegen einen geringeren Wert, der möglicherweise dem mittleren Blutdruck annähernd entspricht". Er meint, im letzteren Momente sei die Blutbahn frei von jeglichem Hindernis, „die Pulsation hört infolgedessen auf und das Blut schießt mit aller Macht ein, um den Finger momentan intensiv zu färben".

Thatsächlich hört auch jetzt nicht die Pulsation auf; auf den mittleren Blutdruck kann man schon deshalb nicht schließen. Wie es sich in diesem Punkte verhält, will ich später erörtern.

Die Ablesungen am Manometer sollen nach *Gärtner*'s Anweisung bei Eintritt der purpurroten Färbung der Fingerbeere gemacht werden. Ich machte dieselben im Augenblick diffuser Rötung.

Allerseits ist der thatsächliche Vorteil vor anderen Blutdruckapparaten gerühmt, daß anstatt des Tastgefühls ein viel verläßlicherer Sinn als Kriterium herangezogen wird, der Gesichtssinn.

[1]) l. c. pag. 16 und 17.

Bisher ist noch nirgends darauf hingewiesen worden, daß natürlich auch Fehler entstehen, je nach dem Färbungsgrad, den man wählt. Soweit ich aus der Litteratur ersehe, ist von intensiver Röte die Rede. Wenn nun *Gärtner* selbst darunter eine Purpurfarbe, die normaliter der menschliche Finger nicht hat, *Shaw* (22) „distinctly pink" d. i. deutliche Fleischfarbe versteht, so geht daraus schon hervor, daß eine einheitliche Auffassung nicht besteht: sie muß aber geschaffen werden, d. h. die Färbungsintensität ist genau zu präzisieren, wenn anders die Resultate der verschiedenen Untersucher in Vergleich treten sollen. Vielleicht erklären sich gerade daraus die inkonstanten Werte, die *Jarotzny* neuestens als aus Fehlern des Instruments selbst entstanden ansieht.

Das An- und Abstreifen der Gummiringe, der wechselnde Druck des pneumatischen Ringes, der daraus resultierende Hautreiz bedingt bei mehr als 2—3maliger Applikation eine lokale Vasomotorenparese der Digitalarterien.

Wenn nun auch nach meinen Kontrollmessungen mit dem modifizierten Tonometer keine Anhaltspunkte dafür gewonnen werden konnten, daß der Blutdruck als solcher irgendwie durch derartige Manipulationen reflektorisch beeinflußt werden könne, wie *Grebner* und *Grünebaum* nach den Versuchen von *Latschenberger* und *Deahna* und *A. Fränkel* (25) zu schließen geneigt sind, so haben die Einwände doch nach einer Richtung eine gewisse Bedeutung.

Ist nach wiederholter Anwendung des Tonometers eine Parese der Vasomotoren eingetreten, so erscheint sie auch sonst zuerst in einer Färbungsabänderung. Daraus ergiebt sich die wichtige Kautele für Tonometermessungen, daß man auf den Färbungsgrad vor der jedesmaligen Anämisierung Rücksicht nehmen muß und daß die Zahl der an einem Finger anzustellenden Messungen eine beschränkte sein muß; im allgemeinen soll sie zwei unmittelbare Bestimmungen nicht überschreiten, es sei denn, der Einfluß der Farbe werde berücksichtigt. Habe ich z. B. einen Druckwert von 95 mm Hg bestimmt, wenn ich die Ablesung bei Erreichung der vor der Messung bestehenden fleischfarbenen normalen Röte machte, so wird nach übertriebenen Messungen und dadurch eingetretener Parese diese Färbungsqualität viel früher, sagen wir 115—120 mm Hg, erreicht und umgekehrt verhält es sich bei Vasokonstriktoreneinfluß.

Wenn *Schleisiek* bei „vielen direkt hintereinander folgenden Messungen" gleichbleibenden Druck erhielt, so muß er spontan den

jedesmal vor der erneuten Anämisierung bestehenden Rötungsgrad als Kriterium benutzt haben; insofern stimmen meine Beobachtungen mit den seinigen überein.

Wir sehen den Einfluß der Färbungsintensität noch beweiskräftiger an nachstehenden Beobachtungen bei Scarlatinakranken. Die während der Erkrankung beobachteten Patienten hatten bei der Desquamation partielle Epidermisablösungen, so daß die frischen, schön fleischfarbenen Stellen neben den alten zu Tage lagen. Es ergab sich ein Druckwert, als Ablesungsmoment benutzt die Rötung

der alten Epidermiszone 85 mm Hg (Fall *Ruf*) 85 (*Hildenbrand*)
der neuen „ 95 „ „ „ „ 110 „

Die gleichzeitige vorgenommene Messung an einem anderen Finger der gleichen Hand bei völlig intakter alter Epidermis ergab immer den Wert für die alte Epidermiszone des partiell desquamierten Fingers. Der mögliche Einwand, es handle sich dabei um vom Mutterboden losgelöste tote Epidermisfetzen, trifft somit nicht zu.

Aus diesen Wahrnehmungen geht also des weiteren hervor, daß der Färbungsgrad auch beeinflußt ist von der Durchsichtigkeit der Haut.

Insofern hat der Zustand der Arteriengefäße auf den Ausfall der Tonometermessung einen nicht unwesentlichen Einfluß.

Diesem Einfluß könnte man durch die Beobachtung der Färbung des Nagelraumes aus dem Wege gehen; es empfiehlt sich jedoch wegen der leichteren Anämisierung und des präziseren Farbenumschlages bei der Beobachtung der Fingerbeere zu bleiben und die oben gekennzeichneten Kautelen zu beachten.

Ich komme nunmehr zur Mitteilung meiner Kontrollmessungen mit dem *v. Frey*'schen Apparate und will einiges über die angewendete Technik vorausschicken.

Das Quecksilber, ungefähr 13 Kilo, ließ ich in einem aus Eisenblech bestehenden Cylinder von der Höhe, daß $^2/_3$ des Vorderarmes noch unter die Flüssigkeit gebracht werden konnten, einwirken. Obwohl ich sonst meine Untersuchungen mit dem Tonometer in Rückenlage der Versuchspersonen anstellte, so mußte ich bei den Kontrollmessungen davon Abstand nehmen; denn ich konnte mit dem *v. Frey*'schen Apparate nur am stehenden Individuum arbeiten und zwar erstens deshalb, weil der hohe Cylinder mit kleiner Basis leicht hätte umfallen können und die große Hg-Menge ausgeflossen wäre, sodann, weil ich eine Abknickung der Brachialis und mögliche Beein-

flussung der Messungswerte vermeiden wollte. Daher sind die Werte beider Apparate auf die stehende Versuchsperson zu beziehen.

Durch eine entsprechende Versuchsanordnung glaube ich, trotz des an sich subjektiven Apparates, eine objektive Kontrollmethode geübt zu haben.

Ich verfuhr folgendermaßen: Die Person stand, den Arm vom Körper so weit abduziert, daß es ohne Abknickung der Brachialarterie möglich war, die Hand senkrecht in das Gefäß einzutauchen. Wir markierten uns sodann die Stelle, bis zu der eingetaucht war, als auch die der empfundenen Pulsation. Ich maß zu eigner Kontrolle diese Entfernung aber nicht eher aus, bevor ich eine tonometrische Messung in gleicher Haltung des Körpers ausgeführt hatte. Die nachfolgenden Werte sind das arithmetische Mittel je zweier Bestimmungen.

Tabelle I.

Lfd. No.	Datum	*Gärtner*'s Tonom.	v. *Frey*'s Appar.	Differ.	Bemerkungen	Puls
1.	21. III.	110	110	0	R. l. Steh.	76
2.		90	90	0	N. l.	84
3.		100	100	0	„ l.	88
4.		95	98	+ 3	„ l.	84
5.		118—120	120	0	Dr. St. r.	84
6.	22. III.	120	110	—10	N. l.	
7.		105—115	130	+15	M. r.	
8.		100	110	+10	N. l.	
9.		98	100	+ 2	N. r.	
10.		107	105	— 2	N. l.	
11.		100	103	+ 3	M. r.	
12.		135	130	— 5	G. r.	88
13.		128	132	+ 4	G. l.	
14.		130	117	—13	G. l.	80
15.	23. III.	108	108	0	N. l.	87
16.		97	110	+13	N. l.	
17.		95	95	0	N. r.	84
18.		98	97	— 1	N. r.	92
19.	28. III.	90— 95	90	0	R. l.	72
20.		100	103	+ 3	R. r.	72
21.		130	125	— 5	M. r.	88
22.		130	130	0	M. r.	
23.		125	124	— 1	Dr. K.	84
24.		95	97	+ 2	N. l.	84
25.		100	97	— 3	N. r.	84

Die Differenzen sind auf das Ergebnis des *v. Frey*'schen Apparates zu beziehen.

Diskussion: Von den 25 einwandfreien Messungen ergaben 8 keine Differenz zwischen *Gärtner*'s und *v. Frey*'s Apparat, bei 7 zeigt *v. Frey*'s Instrument einen höheren Druckwert zwischen +2 und +15 schwankend, 7 einen niederen Wert zwischen −1 und −13 mm Hg liegend.

Für den extremen positiven Differenzwert von 15 mm Hg kann ich eine Ursache anführen. Aus zufällig äußerem störenden Anlaß war die Hand zu lange in das Hg getaucht worden; die Muskelarbeit, durch das lange Hinaushalten des Armes geleistet, und die Intention, die lange nicht gefühlte Pulsation zu lokalisieren, steigern beide den Blutdruck. Für die extrem negative Differenz weiß ich keine ungezwungene Auslegung. Die übrigen Differenzen zeigen eine in den Grenzen der Beobachtungsfehler liegende, zulässige Schwankungsbreite. Also ergiebt sich eine erfreuliche Übereinstimmung zwischen den Resultaten zweier differenter Blutmessungsarten.

Wenn die theoretischen Deduktionen *v. Frey*'s (pag. 81): „Die Druckdifferenz wird sehr klein und nähert sich dem Werte Null, sobald die Ausdehnung der drückenden Fläche einigermaßen beträchtlich wird gegen die Dicke der Platte", richtig sind, so mußten wir schließen nach unserem Befunde, daß die Gewebsverhältnisse am menschlichen Finger für eine möglichst vollkommene Druckübertragung gut geeignet sind.

Für den *v. Frey*'schen Apparat ist es ohne Zweifel erwiesen, daß er den maximalen Blutdruck anzeigt. Die Wahrscheinlichkeit, daß das auch das *Gärtner*'sche Tonometer thue, gewänne somit an Sicherheit.

Zusammengefaßt ergeben sich folgende Schlüsse aus den Vergleichsmessungen *Gärtner* und *v. Frey*:

1. Die Blutdruckwerte nach dem Tonometer und dem *v. Frey*'schen Apparat stimmen gut überein.

2. Aller Wahrscheinlichkeit nach giebt auch das Tonometer den maximalen Blutdruck an.

Über die wichtigsten Fragen lassen uns, wie wir sehen, die Kontrollmessungen am Menschen ununterrichtet, so vor allem in der, „ob die absoluten Druckwerte, die man am Tonometer abliest, sich mit den wirklichen Druckwerten decken". Dieser Frage gegenüber suchte *Gärtner* selbst schon Klarheit zu bekommen, wozu er sich des Tierexperimentes bediente.

Er experimentierte am Schwanz vom weissen Hunde. Das der Wirklichkeit am idealsten entsprechende Experiment müßte eine direkte Messung des Blutdruckes an der Digitalarterie des menschlichen Fingers unter gleichzeitiger Tonometerbestimmung an einem anderen Finger der gleichen Hand sein. Wenn nun schon der Erfinder eines Instrumentes, der das größte Interesse daran hat, alle möglichen Dokumente für die Brauchbarkeit und Zuverlässigkeit seines Apparates zu erbringen, moralische Bedenken äußert, einen derartigen Versuch anzustellen, so durfte ich es erst recht für angebracht erachten, dem Ziele auf eine andere Weise näher zu kommen, zudem ich die Lehre aus der scharfen Kritik zog, die ein so gewichtiger Autor wie *Tigerstedt* über die direkte Blutdruckbestimmung am Menschen fällte, die s. Zt. *Faivre* und *Albert* gelegentlich Amputationen anstellten. Er sagt (l. c. pag. 329): „Obgleich die Individuen, an welchen diese Bestimmungen ausgeführt worden sind, keinen Schaden dadurch erlitten haben, bin ich doch der Ansicht, daß derartige Experimente in keiner Weise berechtigt sind.“ .....

Mir war es zunächst darum zu thun, die *Gärtner*'schen Tierversuche einer Nachprüfung zu unterziehen.

Die Versuche wurden im pharmakologischen Institut mit gütiger Erlaubnis des Direktors, Herrn Prof. Dr. *Gottlieb* unter der liebenswürdigen Leitung von Herrn Privatdocenten Dr. *Magnus* angestellt. Für diese Unterstützung sei hier beiden Herren der beste Dank erstattet! Wir verfuhren ganz nach der Angabe *Gärtner*'s nur mit der Modifikation, daß wir zur Herbeiführung eines konstanten, nicht so sehr von Schwankungen der Herzthätigkeit abhängigen Blutdruckes statt der Vagusdurchschneidung uns des Atropins bedienten und zur Narkose durchweg das Morphium gebrauchten. In der That erzielt man auf diese Weise eine außerordentliche Konstanz des Blutdruckes und der Größe der pulsatorischen Schwankungen während der ganzen Dauer des Versuches.

Die anatomischen Verhältnisse am Hundeschwanz scheinen mir für die Anwendung eines durchaus nicht unwesentlichen Bestandteiles, wie es der Ring ist, fast noch idealer zu sein als an der Applikationsstelle beim Menschen, den Fingern. Hier haben wir in der ganzen Applikationszone einen gleichmäßig drehrunden aus gleichen Bestandteilen und gleicher Anordnung des Gewebes bestehendes Objekt vor uns, das hinweghilft über eine an der menschlichen Hand sich geltend machende Fehlerquelle, der konischen Form des Fingers. Um sicher zu gehen, daß wir stets den Ring an der gleichen Stelle anlegten, markierten

wir die Randzone mit dem Dermatographen. Wir übersahen eine Angabe der *Gärtner*'schen Versuchstechnik nicht, nämlich die Ausbreitungszeit des Blutes zu verkürzen und die Färbungsintensität zu erhöhen, dadurch, daß man ungefähr 2 cm peripher vom Tonometerring eine elastische Ligatur anlegt. Diese Versuchsabweichung gilt nicht für unseren ersten Versuch, wo wir einen Hund (Foxterrier) mit koupiertem Schwanze benutzten. Was uns veranlaßte, diese Maßnahme in den beiden anderen Versuchen nicht zu üben, war die spezielle Versuchsanordnung daselbst (Präparation der Arteria caudalis), zudem die Färbungserscheinung bei den von *Gärtner* geforderten Intervallen der Senkung der Hg-Säule prägnant genug war. Das Manometer ließen wir stets einen anfänglichen Kompressionsdruck von 220 mm Hg und darüber zeigen, bis zur Marke 200 den Druck in Intervallen von jeweils 10 Sekunden um 10 mm Hg sinken, von da von 5 zu 5 mm Hg in gleichem zeitlichem Abstand.

Um der Lösung der Frage näher zu kommen: Giebt uns das Tonometer den maximal-systolischen oder minimal-diastolischen oder gar, wie es wünschenswert wäre, den mittleren Blutdruck an, gingen wir so zu Werke, daß wir uns den Stand des Manometers notierten im Momente der angedeuteten leichten Rötung — des vermutlichen Einschießens der maximalen systolischen Blutwellen- und der intensiven Rotfärbung des peripheren Schwanzendes.

Versuch vom 21. I. 01.

Ungefähr $^3/_4$ Jahre alter, weiblicher, weißer Hund (Fox), 7700 g schwer.

$10^h\,15'$ a. m. Injektion von 0,015 g pro Kilo Morph. hydrochlor. Präparation der Carotis dextr. Injektionskanüle in die Vena jugul. sin. behufs späterer Einspritzung von Atropin. sulf. — Schwanz rasiert; Durchführung eines Fadens durch den Schwanzstummel zur Fixation desselben.

$11^h\,10'$ Blutdruckbestimmung mit dem Tonometer 195 mm Hg.

$11^h\,14'$ Carotisdruck . . . . . 207 mm Hg.

Die Blutdruckkurve zeigte ausgiebige Schwankungen, daher $11^h\,15$ 0,02 g Atropin. sulfur.

Zeit	Carotisdruck	Tonometer	Bemerkungen
$11^h\,25'$	202 mm	190 mm	Blut schiefst ein; leichte Rötung.
— $25^1/_2'$	215 „	180 „	Intensive Rötung.
$11^h\,31'$	211 mm	195 mm	Blut schiefst ein.
$11^h\,31'$	213 „	190 „	Intensive Rötung.

Versuch vom 23. I. 01.

18 kg schwerer, weiblicher, weißer Hund, ungefähr 2 Jahre alt.

$2^h\,55'$ 0,006 g pro Kilo Morph. hydrochlor.

$4^h\,15'$ Tonometermessung 170 mm Hg. Blut schießt ein.
160 mm Hg. Intensive Röte.

$4^h\,20'$ Präparation der Halsgefäße wie bei Versuch v. 21. I. 01.

$4^h\,29'$ Blutdruck aus der Carotis geschrieben. 166 mm Hg.
Die Exkursion der Wellen sind umfänglich.

$4^h\,30'$ — $4^h\,32'$ 0,02 g Atropin. sulf. in die Ven. jug. sin. Darauf gleichmäßiger Blutdruck.

Zeit	Carotisdruck	Tonometer	Bemerkungen
$4^h\,48'$	167 mm Hg	165 mm	Leichte Rötung.
$4^h\,48\frac{1}{2}'$	172 „ „	155 „	Intensive Rötung.
$4^h\,53'$	172 mm	165 mm	Leichte Rötung.
$4^h\,53\frac{1}{2}'$	172 „	160 „	Intensive Rötung.

Versuch vom 12. II. 01.

20 kg schwerer, weiblicher schwarz und weiß gesprengelter Hund, 2 Jahre alt.

$10^h\,30'$ a. m. 0,006 g pro Kilo Morph. hydrochlor.

$11^h\,39'$ a. m. 0,02 g Atropin. sulf. injiziert in d. Vena jug. dextr.

Zeit	Carotisdruck	Tonometer	Bemerkungen
$11^h\,42'$	165 mm Hg	150 mm Hg	
$11^h\,53'$	155 mm	145 mm	Leichte Rötung.
$11^h\,53\frac{1}{2}'$		140 „	Intensive Rötung.

Diskussion: Der relativ kleine Hund des ersten Versuches zeigt einen sehr hohen Blutdruck, den das Tonometer entsprechend wiedergiebt. Die Differenz zwischen direktem Carotisdruck und Tonometerdruck ist beträchtlich, letzterer aber stets unter ersterem liegend. Die Schwankungsbreite ist im ersten Versuch 12—35 mm Hg, im zweiten 2—19, im dritten 5—10 mm Hg. Dabei ergiebt sich, daß die Differenz jedesmal geringer ist zwischen dem mittleren Wert des Carotidendruckes und der Tonometerzahl im Augenblicke leichter Rötung, also im Momente, wo vermutlich die ersten maximal-systolischen Wellen unter der Kompressionsfläche durchschlagen wollen, als bei intensiver Rötung.

Abgesehen von unserem ersten Versuch ist die Schwankungsbreite der Differenz zwischen Carotisdruck und Tonometerwert ungefähr die gleiche, wie sie *Gärtner* ermittelte, zwischen 2 und 19 mm Hg, wobei bemerkt werden soll, daß *Gärtner* nur die Werte bei intensiver Rötung vermutlich ablas.

Insoweit also können wir die *Gärtner*'schen Experimentaluntersuchungen bestätigen. Aus diesen deduziert *Gärtner*: „Die Tonometerwerte entsprechen oder nähern sich den absoluten Werten des mittleren Blutdruckes". Er folgert also: Der mit dem Tonometer an den Schwanzgefäßen gefundene Wert ist völlig oder nahezu identisch mit der aus direkter Blutdruckmessung an der Carotis gefundenen Zahl.

Wir stellten nun an den Tieren der beiden letzten Versuche weitere Experimente an: dabei lautete unsere Fragestellung: Herrscht der Blutdruck, den wir mit dem Tonometer bestimmt zu haben vermeinen, wirklich in den Arterien des Schwanzes? und der Versuchsplan war der, eine direkte Blutdruckbestimmung in den Arterien des Schwanzes zu machen.

Bevor ich zur speziellen Erörterung der Versuchsanordnung übergehe, dürfte eine Darlegung der anatomischen Verhältnisse des Schwanzes, insoweit sie hier uns angehen, angebracht sein. Dabei folge ich der „Systematischen und topographischen Anatomie des Hundes von *Ellenberger* und *Baum*". Zur geplanten direkten Blutdruckbestimmung benützten wir die Arteria sacralis media, die den Hauptstamm der den Schwanz versorgenden Arterien bildet. Sie ist ein direkter Ast der Aorta bezw. das Endstück der Aorta selber.

„Nachdem[1]) die Aorta die beiden A. iliacae externae abgegeben hat, bleibt der zurückbleibende Stamm noch 1—3 cm lang, giebt dann im spitzen Winkel die beiden A. iliacae internae ab und bleibt als A. sacralis media zurück. Die also auf das kleine Gefäß reduzierte Aorta „verläuft[2]) median an der hämalen" (d. h. ventralen) „Fläche des Os sacrum caudal, setzt sich auf die hämale Seite des Schweifes fort und verläuft zwischen den langen Niederziehern des Schweifes spitzenwärts. Sie giebt während ihres Verlaufes entsprechend den Wirbeln, an denen sie verläuft, Seitenzweige ab, die den A. intercostales und lumbales zu vergleichen sind". Von den Arteriae caudales, die zwischen je zwei Wirbeln entspringen, „giebt jede Arterie an die

[1]) l. c. p. 426.
[2]) l. c. p. 431.

folgende resp. vorhergehende einen Ramus anastomoticus ab. Dadurch entsteht rechts und links auf der spinalen und hämalen Seite des Schweifes je ein Längsstamm, je eine A. caudae lateralis prof. sup. et inf. Der Ramus dorsalis IV—V giebt einen stärkeren Ast ab, der als A. caudalis lat. prof. sup. auf der spinalen Fläche (der proc. transversi) bedeckt von den Levator. caudae, spitzenwärts läuft. Gegen die Schwanzspitze hin werden alle diese Verhältnisse undeutlich".

Aus dem eben Citierten geht die große Ähnlichkeit der anatomischen Verhältnisse mit dem menschlichen Finger, besonders in Bezug auf die Blutversorgung zur Evidenz hervor: hier wie dort ein reichliches Anastomosennetz. Unter diesen Umständen haben wir also ein Versuchsobjekt, das eine direkte Kontrolle an der menschlichen Digitalarterie ein für allemal überflüssig machen dürfte. Allerdings sind die Gewebe am Hundeschweif viel festere, da Epidermis, Fascien und sehnige Gewebsteile innig zusammenhängen, so daß ein Einfluß, den das umgebende Gewebe auf das Tonometer ausübt, hier besonders deutlich hervortreten mußte.

Zur Technik: An der durch Blaustift gekennzeichneten Stelle des Schwanzes, an der vorher die Tonometerbestimmungen gemacht waren, legten wir auf der ventralen Seite einen ca. 6 cm langen Schnitt durch die Epidermis und präparierten stumpf die Arteria sacralis media. Zwischen den Mm. flexores caudae breves verläuft deutlich pulsierend das Gefäß, von der Größe und Beschaffenheit etwa einer Digitalarterie des Menschen. In dieses Gefäß führten wir nach der üblichen Methode eine feine Glaskanüle ein, die wir durch ein Bleirohr mit einem *Ludwig*'schen Quecksilbermanometer in Verbindung brachten, das auf einem Kymographion die Oscillationen aufzeichnete. Damit war eine gute Verbindung garantiert.

Die Pulsationen in der Sacralis media sind geringer als in der Carotis: dem Auge waren die der Carotisschreibung synchronen Schwankungen des Quecksilbermeniscus und des demselben zur Schreibung aufsitzenden Glasfadens unverkennbar.

Die Versuche waren nun so angestellt, daß die Tonometerbestimmung und die Bestimmung des Blutdruckes in der Schwanzarterie bei gleichem Carotidendruck vorgenommen wurden, so daß wir die Sicherheit bekamen, daß die beiden Werte wirklich vergleichbar waren.

Versuchstier vom 23. I. 01.

Zeit	Carotis-D.	Tonometer-D.	Sacralis-D.
4h 53′	172 mm Hg	165—160 mm	
5h 20′	174 „ „		123 mm Hg

Wir sehen während der Versuchsdauer war der allgemeine Blutdruck der gleiche geblieben; trotzdem ergiebt die direkte Blutdruckbestimmung in der Sacralis einen Wert, der um ca. 40 mm Hg unter dem Tonometerwert liegt.

Die verschiedenen Autoren, die direkte Blutdruckbestimmungen an verschiedenen Arterien eines Tieres vornahmen zur Feststellung des Abhängigkeitsverhältnisses zwischen Druck und Entfernung vom Herzen, kamen zu differenten Resultaten[1]): *Volkmann* fand bei zwei Versuchen an Kälbern den Druck in der

Arter. metatars: 89,3 bezw. 146 mm Diff. 27,0
A. carotis: 116,3 „ 165 „ „ 19,5

Fick ermittelte:

A. tibialis (Hund) . . . . . 132 mm Hg.
Gleichzeitiger Aortadruck in der Herzsystole 176—220 „ „
„ „ Diastole . 8—134 „ „

Daraus die Mittelwerte berechnet, ergiebt einen mittleren Aortadruck von 177 mm, Differenz 45 mm Hg.

Wir fanden als Unterschied gegen 40 mm Hg: diese Differenz kommt dem Resultate *Fick*'s am nächsten.

Mit dem Erklärungsversuch der Differenz aus direkter Messung an der Art. sacr. med. und der Tonometerbestimmung, die nach *Gärtner* den Druck richtig angeben soll, hat es ein anderes Bewenden. Wie erwähnt, war der Untersuchungsort beidemal der gleiche und wir fanden, daß bei gleichem Carotisdruck trotzdem die Manometermessung einen beträchtlich niedrigeren Wert ergab als die Tonometermessung.

Diesem Versuche folgte ein anderer, in technischer Beziehung gleich ausgeführt nur mit dem Unterschiede, daß er nicht bei hohem, sondern bei künstlich durch Chloralhydratinfusion erniedrigten Druck angestellt war, um zu sehen, wie unter diesen Verhältnissen sich der Unterschied des Blutdruckes zwischen manometrischer und tonometrischer Bestimmung darstelle.

[1]) Citiert nach *Tigerstedt*. p. 351.

Versuchstier vom 12. II. 01.

$11^h 54'$—$12^h 05'$ Einlauf von 52,2 ccm 5% Chlorhydratlösung in die Vena jugul. sin. — Der Mitteldruck sinkt allmählich um 100 mm Hg.

Zeit	Carotis-D.	Tonometer-Druck		Sacralis-D.	Bemerkungen
		Leichte Rötung	Intensive Rötung		
$12^h 09'$	55 mm Hg	50 mm	45 mm		Chloralhydrateinlauf unterbrochen, Präparation der Art. sacr. media. Darauf wird solange Chloralhydrat intravenös eingeführt, bis der BD. annähernd den früher niederen Stand erreicht hat. Chlorhydrat-Verbrauch im ganzen 111,9 ccm.
$12^h 45'$	50			33 mm Hg	

Zum besseren Vergleich stellen wir die einzelnen Resultate insgesamt tabellarisch zusammen.

Tabelle II.

Versuch vom	Carotis-D.	Tonometer-D. bei intens. Röte	Sacral.-D.
21. I. 01. a	215 mm Hg.	180 mm	
b	213 „ „	170 „	
23. I. 01.	179 „ „	160 „	
12. II. 01. a	172 „ „	160 „	123 mm Hg.
b	155 „ „	140 „	
c	50—55 „ „	45 „	33 „

Die Differenz zwischen den Ergebnissen der direkten Messung in der Schwanzarterie und der indirekten Tonometerbestimmung sind allerdings deutlich. Im ersten derartigen Versuch ist die Differenz bei hohem Blutdruck 37 mm, bei niedrigem 12 mm Hg.

Aus technischen Gründen dürfte die Differenz nicht zu erklären sein, da wir beidemal unter gleichen Verhältnissen experimentierten.

Das Tonometer giebt also immer zu hohe Werte an und trotzdem der Carotidendruck ebenfalls höher als der Sacralisdruck liegt, wurde *Gärtner* zu dem Schlusse verleitet: „Die Tonometerwerte entsprechen oder nähern sich den absoluten Werten des mittleren Blutdruckes". Dies schließt *Gärtner* auf Grund einer Überlegung, den experimentellen Nachweis für seinen Schluß erbrachte er indes nicht.

Unsere Versuche ergaben, daß wohl eine Differenz zwischen Tonometer- und Manometerwert am Ort der Messung besteht, da unsere Fragestellung anders lautete.

Weiter erfahren wir durch unsere Experimente, daß es nicht statthaft ist, Mitteldruck in größeren und kleineren Arterien als gleich anzunehmen, ein Befund, der auch längst von den Physiologen erhoben ist.

Daß die Tonometerzahl so nahe an den mittleren Blutdruckwert der Carotis heranreicht, liegt darin begründet, daß das Tonometer stets einen höheren Druck als den thatsächlich in den betr. Gefäßen herrschenden bezeichnet.

Und dafür ist wiederum der Widerstand der Gewebsteile der Grund. Dies läßt sich experimentell sehr gut am menschlichen Finger dadurch nachahmen, daß man die Widerstandserhöhung durch Überstreifen eines dickeren Gummifingerringes herstellt. Es treten dann um 5—15 mm höhere Tonometerwerte auf.

v. Basch's Einwendung gegen diese Fehlerquelle des Tonometers entbehrt also nicht ihrer Berechtigung.

Wenn dieser Autor nun selbst bei der Kontrolle seines Sphygmomanometers auch gefunden hat, daß der Fehler aus der die Arteria radialis bedeckenden Haut 6—8 mm Hg nicht überschreitet, so mag das für das betr. Gewebe des Vorderarmes zutreffen. Andere Autoren (30) indes fanden hierfür Differenzen bis zu 40 mm Hg.

In unserem Falle beim Tiere handelt es sich neben den schwachen Muskelzügen um das straffe, derbe Bindegewebe der Cutis und Epidermis.

Auch *Riva-Rocci* und *Hensen* fanden für des ersteren Apparat nur diesbezügliche Differenzen von 1—3 mm Hg, gefolgert aus Durchströmungsversuchen durch Arme von Leichen. Beide folgern daraus, daß die Dicke der Muskulatur keine Rolle spielt und *Hensen* erklärt dieses anscheinend paradoxe Verhalten aus dem hohen Wassergehalt des Gewebes und der physikalischen Gesetzen folgenden, ungeminderten Druckübertragung wie bei Flüssigkeiten selbst. Einen Fehler von 10—15 mm Hg seitens der Muskulatur gesteht er zu, schlägt ihn aber nicht hoch an.

Ich bin indes geneigt, diese teils experimentell, teils durch Überlegung gefundene Fehler-Größe durch die Weichteile um so mehr für das Ergebnis unserer Experimente heranzuziehen, weil eine so völlige Druckübertragung wie beim menschlichen, von Muskel-, Fett- und weichem Cutisgewebe umgebenen Arme am Hundeschwanz bezw. menschlichen Finger ausgeschlossen ist.

Übrigens fand *Gumprecht*, daß Extremitätenteile, an denen sich viel Knochen und wenig Weichteile befinden, im allgemeinen höhere Sphygmomanometerwerte ergeben als dickere, welche aber mehr und besser verschiebliche Weichteile besitzen. Auch Muskelkontraktionen (wobei das Gewebe widerstandsgrößer wird) erhöhen den Druck um 20—30 mm Hg. Seine Versuche an Leichen ergaben, wenn man die Übertragbarkeit auf die vitalen Verhältnisse zugiebt, daß der Druck im Sphygmomanometer *v. Riva-Rocci* höher liegt als der Blutdruck in der Arterie. Darnach giebt er den Elastizitätsfehler bei mittleren Blutdruckwerten an auf etwa 30 mm Hg, der bei höheren auf 40—50 mm steigen kann. Dies würde mit unseren am Tiere gewonnenen experimentellen Resultaten gut übereinstimmen.

Die Fehlerquelle aus dem Druckanteil, den die Kompression der Arterien erheischt, darf füglich ignoriert werden, da abgesehen davon, daß derselbe nur 1—3 mm Hg für normale große Gefäße wie die Art. radialis, kaum so viel Druck nötig ist, die kleinen, sehr dünnwandigen Gefäße wie die A. sacr. media oder A. digitales am Menschen zu komprimieren.

Ein anderer Einwand, den schon *v. Basch* als wesentlichen Fehler dem *Gärtner*'schen Apparat macht, ist in der Frage nach der Membranspannung des pneumatischen Ringes gegeben. Erzeugt man ohne Einführung des Fingers einen Druck im Kompressionssystem, so gerät die Membran allerdings in erhebliche Spannung. Anders bei der wirklichen Messung; hier kommt die Membran gar nicht in Spannung, da durch die den Ringinnenraum ausfüllende Phalange einerseits, den Druck im Kompressionssystem andererseits die Membran entspannt wird.

Den experimentellen Nachweis für die Annahme, daß die Membranspannung bedeutungslos ist, hat *Gumprecht* schon in überzeugender Weise für den Apparat von *Riva-Rocci* erbracht. Diese Ergebnisse dürfen wir auf den prinzipiell gleich gebauten Tonometerring übertragen.

Als Resultat unserer Kontrollmessung, bestehend im Tierexperiment, ergiebt sich in nachstehender Zusammenfassung:

1. Das Tonometer ergiebt einen beträchtlich höheren Blutdruckwert als bei direkter Druckbestimmung im betr. Gefäße.

2. Der Blutdruck mit dem *Gärtner*'schen Tonometer, bei intensiver Röte gemessen, der sich zusammensetzt aus dem thatsächlichen Blutdruck und dem Druckanteil des Gewebes, liegt stets unter dem mittleren Carotidendruck.

3. Nach 1 und 2 giebt das Tonometer nicht den absoluten Wert des mittleren Blutdruckes an.

4. Das Tonometer folgt Blutdruckschwankungen im allgemeinen gleichsinnig.

5. Die Fehlerquelle ist das die Gefäße bedeckende Gewebe, das einen individuellen Überdruck zur Kompression beansprucht.

6. Gesamtresultat: Auch beim Menschen giebt das Tonometer einen höheren Wert an, als er an Ort und Stelle besteht.

Da ich im Verlaufe meiner Beobachtung die Wahrnehmung gemacht zu haben glaube, daß die Epidermis, an der Grundphalange der Hand am wenigsten alteriert wird, dieselbe außerdem durch reichliches, saftreiches subcutanes Gewebe eine gute Druckübertragung gewährleistet und durch ihre drehrunde Gestalt eine gleichmäßigere Anlage des pneumatischen Ringes verbürgt gegenüber der peripherwärts konisch sich verjüngenden 2. Phalange, so glaube ich, den Vorschlag machen zu sollen, künftig an der Grundphalange die Tonometermessungen vorzunehmen, zumal meine oben erwähnten Vergleichsmessungen eine nennenswerte Differenz nicht ergaben. In geeigneten Fällen habe ich, wo ich durch schlechtes Sitzen des Ringes genötigt war, schon bei meinen Untersuchungen von dieser Maßnahme Gebrauch gemacht.

An dieser Stelle möchte ich auf eine Mutmaßung *Schleisiek*'s, es fände ein Druckverbrauch bei der Tonometermessung durch Auspressung der Lymphe statt, eingehen. Ich bin nicht dieser Ansicht auf Grund folgender Beobachtungen. Hat man nämlich die Fingerkuppe anämisiert und einen bestimmten Überdruck gegeben, alsdann den anämisierenden Streifen entfernt, so beachtet man bei völlig abgedichtetem Drucksystem stets ein Herabgehen der Hg-Säule um 3—5 mm Hg. Wie ist das zu deuten?

Durch das Ausstreichen des Blutes ist auch Lymphe centralwärts getrieben worden bis zum pneumatischen Ringe. Der Druck, der im Kompressionssystem erzeugt wird, treibt aber die Lymphe

nach Entfernung des Gummiringes wieder peripherwärts und das kommt am Sinken der Hg-Säule zum Ausdruck.

Wir kommen zur Gesamtkritik des Tonometers: Wie alle früheren und inzwischen bekannt gewordenen Blutdruckmesser bestimmt auch das *Gärtner*'sche Tonometer nicht den absoluten Blutdruck. Das liegt in der Natur der Sache. Denn es ist höchst wahrscheinlich, daß wir, außer direkter Blutdruckbestimmung nach Eröffnung des Gefäßes, durch keine andere indirekte Messungsmethode dazu in die Lage kommen werden. Wohl aber müssen wir es als wahrscheinlich betrachten nach unseren Kontrollversuchen mit dem *v. Frey*'schen Apparate, daß wir mit dem Tonometer das Blutdruckmaximum bestimmen. Das exakte Experiment am Tier ließ uns in dieser Frage im Stich, wiewohl wir zu ihrer Entscheidung die Färbungsintensitäten heranzogen.

Daß die *Schleisiek*'sche Deduktion auf den mittleren Blutdruck nach der Unrichtigkeit der Prämissen unzulässig ist, habe ich bereits erwähnt; sein Kriterium für diesen Schluß, daß die Pulsation zur Zeit der Rötung aufgehört habe, weil die Bahn nunmehr völlig frei sei, trifft nicht zu; denn die Bahn kann p. e. bei einem Außendruck von 95 mm Hg das nicht sein und außerdem schwindet die Pulsation fast nie und wo sie scheinbar aufhört, wird die Schwelle für die Empfindung nicht erreicht.

Den Kapillardruck, wie *O. Strauss* vermutet, messen wir nach unseren Tierversuchen sicher nicht mit dem Tonometer.

Wenn wir aber auch das Blutdruckmaximum bestimmen, ist darum das Instrument weniger wertvoll für klinische Beobachtungen? Auch dies zu kennen, kann in der klinischen Medizin unter Umständen von Bedeutung sein.

Da wir nachgewiesen haben, daß das Tonometer Blutdruckschwankungen gut wiedergiebt, da es weiter ein einfacher, leicht zu handhabender Apparat ist, so ist in diesen Merkmalen seine Bedeutung für die klinische Medizin zu erblicken. Dank dieser Eigenschaften hat es denn auch eine ungemein rasche Verbreitung unter den klinischen Forschungsmethoden erlangt.

Dazu kommen seine schonende Anwendungsweise und, wie ich mich ausdrücken möchte, seine Universalität der Anwendung. So gut wie kein Fall ist mir untergelaufen, bei dem der Apparat nicht hätte mit Erfolg angewandt werden können. Allerdings scheint Kälteeinwirkung mit konsekutiven Krampfzuständen der Gefäßmuskulatur ein Hindernis-Moment zu sein.

II. Die Schwankungen des Blutdruckes unter normalen Verhältnissen; klinische Würdigung der Ergebnisse.

Allgemeines über den Blutdruck. — Der Blutdruck ist abhängig von der Energie des Herzens, dem Widerstand in den Gefäßen und der Blutmenge.

Wenn die Arbeit des Herzens eine Funktion dieser Faktoren vorstellt — sie ist nämlich nach *Krehl* (91) bedingt von der Größe der diastolischen Füllung, der Intensität und Zahl der Kontraktionen sowie dem Zustande der Gefäße — so musste logischerweise zu folgern sein: Aus der Beschaffenheit des Blutdruckes erkennen wir die Arbeitsgröße des Herzens.

Thatsächlich aber liegen die Verhältnisse anders. Der Blutdruck ist für den Organismus eine gewisse Konstante und unter physiologischen Verhältnissen hat es den Anschein, daß der Organismus durch Regulierung des gegenseitigen Abhängigkeitsverhältnisses der den Blutdruck beherrschenden Faktoren denselben in den Grenzen dieser Konstante zu erhalten strebt. Dieses Verharren des arteriellen Druckes auf einer nahezu konstanten Höhe soll ja die Spannung der Gewebsflüssigkeiten, deren die Organe zu ihrer Funktion bedürfen, garantieren.

Mit diesem Verhalten steht der Umstand, daß der Blutdruck als „empfindliches Reagens" auf irgendwelche Einflüsse antwortet, nicht in Widerspruch. So sehen wir schon unter normalen Verhältnissen Schwankungen zu stande kommen.

Man hat sich demnach wohl davor zu hüten, was bislang so vielfach geschah, aus einer Messung des Blutdruckes zu weitgehende Schlüsse auf den Kreislauf zu machen, daß man z. B. sagt, der Blutdruck ist gegen die Norm erniedrigt, also liegt der Kreislauf darnieder. Das bedeutet einen Trugschluß. Am wenigsten darf zu seiner Beurteilung das Ergebnis des Blutdruckes unter allen Umständen das einzige Kriterium sein. Davor hat neuestens *Sahli* (104) auf dem letzten Kongreß für innere Medizin nachdrücklich gewarnt.

Aus der innigen Abhängigkeit des Blutdruckes von seinen Faktoren geht also hervor, dass bei Untersuchungen über die Schwankungen des arteriellen Druckes, sowohl unter normalen als pathologischen Verhältnissen, zu berücksichtigen sein wird, welcher als der prävalierende Faktor die Schwankung herbeiführt, wenn es auch seine Schwierigkeiten hat, die Analyse streng anzustellen; dabei sind die individuellen Verhältnisse zu berücksichtigen.

Hensen kam in seiner ausführlichen Arbeit über Physiologie und Pathologie des Blutdruckes zum Ergebnisse, der Blutdruck sei keineswegs ein Indikator für die Güte des Kreislaufes, sondern die Stromintensität in der Aorta verglichen mit dem Bedürfnis der peripheren Organe. Er glaubt, aus dem Pulse und seinen Eigenschaften fast mehr noch über den Zustand des Kreislaufes schließen zu können.

Da der Puls mehr oder minder einen kombinatorischen Ausdruck dieser Faktoren darstellt, die Palpation ihre Bedenken hat, so entschloß ich mich, in die Reihe meiner Untersuchungen sphygmographische Beobachtungen aufzunehmen. Besonders war ich dazu veranlaßt durch den nachdrücklichen Hinweis von *Sahli*, der das Sphygmogramm charakterisiert als den „Ausdruck der Form, welche die Pulswelle unter den bestehenden Strömungs-, Druck- und Widerstandsverhältnissen in der Aorta und den großen Ästen derselben annimmt."

Ich war mir wohl bewußt, daß ich damit ein Gebiet betrat, das keineswegs als völlig erforscht zu betrachten ist und daß eine Unterstützung von dieser Seite mit Vorsicht aufzunehmen ist.

Immerhin lag ihre Möglichkeit nahe, wie auf der andern Seite einem Vergleich von Tonometerwert und sphygmographischer Blutdruckermittelung theoretisches Interesse nicht abzusprechen war.

Ich benutzte einen Sphygmochronographen nach *Jaquet*, den mir Herr Prof. Dr. *Gottlieb* bereitzustellen die dankenswerte Güte hatte. Die Benützung geschah von dem Gesichtspunkte aus, möglichst gute und deutliche Kurven zu erhalten, wobei die allgemein gültigen Regeln befolgt wurden.

Untersuchungen über den Einfluß des Lagewechsels auf den Blutdruck. Von den vielen Momenten, welche den Blutdruck unter physiologischen Verhältnissen zu beeinflussen vermögen, glaubte ich den Einfluß des Lagewechsels einer erneuten Untersuchung unterziehen zu sollen. Und zwar einerseits wegen des klinischen Interesses, andererseits weil die Ergebnisse früherer Autoren zu einer Übereinstimmung nicht geführt haben.

Friedmann fand mittelst des *v. Basch*'schen Apparates, daß der Blutdruck im Liegen höher sei als im Sitzen und ebenfalls im Stehen; er berechnete für den Druck in der Radialis ein Verhältnis: Liegen: Sitzen wie 1,06 : 1,0; Liegen : Stehen wie 1,1 : 1,0. Das bedeutet für den Übergang aus der horizontalen zur vertikalen Körperstellung eine Schwankung um 10 %. Seine Kontrollversuche an Hunden bestätigten ihm dies Verhalten.

Direkte Messungen am Menschen ergaben *Albert*, daß beim Erheben des Oberkörpers seiner Patienten eine sofortige Blutdrucksteigerung um 10—20 mm Hg eintrat, deren Dauer von der veränderten Körperstellung direkt abhängig war. In neuester Zeit untersuchte *Langowoy* bei Gelegenheit des Studiums der Körperlage und Frequenz der Herzkontraktionen auch das Verhalten des Blutdruckes; er fand ein Sinken des Blutdruckes beim Übergang vom Liegen zum Stehen, um 5—15 mm Hg. Seine drei veröffentlichten Blutdruckmessungen stellte er mit dem Tonometer an; dem gegenüber fand *Gärtner* selbst den arteriellen Druck im Sitzen höher als im Liegen, was von *Schüle* bestätigt wird. *Gärtner* empfiehlt diesen Umstand nachdrücklich der Berücksichtigung bei den Blutdruckmessungen am Menschen.

Meine nachstehenden Untersuchungen stellte ich an Haut- und Geschlechtskranken der III. mediz. Station an, die etwas Pathologisches am Cirkulationsapparat oder sonst den Blutdruck Alterierendes an sich nicht nachweisen ließen. Die nachfolgenden Tabellen sind an 15 verschiedenen Individuen männlichen und weiblichen Geschlechts aus mehreren hundert Messungen bezw. deren arithmetischem Mittel gewonnen. Gemessen wurde die Versuchsperson in Rückenlage, im Bette sitzend, sitzend die Beine herabhängend, und im Stehen.

Tabelle III.

1.	2.	3.	4.	5.	6. [1])
Versuchsperson	Beobachtungs- Nr.	Beobachtungs- Tag	Liegend	Sitzend, Beine hängend	Differenz
Kling, m.	1.	9. I. 01	110 mm	115	5
	2.	11. I.	95	110	15
	3.	14. I.	105	115	10
Wittmann, m.	4.	4. I.	90	100	10
	5.	15. I.	60	85	25
	6.	16. I.	60	75 (80)	15 (20)
	7.	17. I.	75	95 (80)	20 (5)
	8.	19. I.	65	85 (80)	20 (15)

[1]) Die in Rubrik 5 eingeklammerten Zahlen beziehen sich auf Messungen in der Stellung: Sitzend, Beine hängend; die in Rubrik 6 ist die Differenz zwischen dieser und der horizontalen Lage.

1.	2.	3.	4.	5.	6.
Versuchsperson	Beobachtungs- Nr.	Tag	Liegend	Sitzend, Beine hängend	Differenz
Hamann, m.	9.	14. I.	90 mm	95 (95)	5 (0)
	10.	17. I.	105	115 (120)	10 (15)
	11.	18. I.	90	90 (95)	0 (5)
	12.	19. I.	65	80 (85)	15 (20)
Folz, m.	13.	15. I.	85	105 (95)	20 (10)
	14.	16. I. vorm.	90	100 (95)	10 (5)
	15.	16. I. nchm.	95	105 (110)	10 (15)
	16.	17. I.	90	105 (95)	15 (5)
	17.	18. I.	85	105 (100)	20 (15)
	18.	18. I.	90	100 (105)	10 (15)
Balzer, w.	19.	16. I.	90	95	5
	20.	17. I.	90	100 (105)	10 (15)
Wolf, w.	21.	17. I.	65	85 (75)	20 (10)
	22.	19. I.	80	95 (90)	15 (10)
Kammerer, w.	23.	16. I.	80	90 (85)	10 (5)
Müller, w.	24.	17. I.	60	80 (85)	20 (25)
Folz, m.	25.	19. I.	80	100 (95)	20 (15)
Hamann, m.	26.	19. I.	60	75 (80)	15 (20)
Wittmann, m.	27.	19. I.	60	80 (70)	20 (10)
Meng, m.	28.	19. I.	110	125	15
Balzer, w.	29.	19. I.	70	80	10
Müller, w.	30.	19. I.	70	85 (85)	15 (15)
„ „	31.	20. I.	70	85	15
Winterle, w.	32.	12. I.	110	130	20
„ „	33.	14. I.	115	130	15
„ „	34.	16. I.	100	115	15
Raschke, m.	35.	15. I.	110	130	20
„ „	36.	16. I.	100	110	10
Bender, w.	37.	24. I.	75	95	20

(Schwankungsbreite der Differenz . 5—25 mm Hg).

In allen Fällen Druckzunahme beim Übergang vom Liegen zur sitzenden Stellung, Beine horizontal.

(Schwankungsbreite 5—20 mm Hg.)

Ebenfalls vom Liegen zum Sitzen, Beine hängend.

Tabelle IV.

Versuchsperson	Beobachtungs- Nr.	Beobachtungs- Tag	Liegend	Stehend	Differenz.
Kling, m.	1.	9. I.	110	105	— 5
	2.	11. I.	95	115	+20
	3.	14. I.	105	100	— 5
Wittmann, m.	4.	8. I.	90	100	+10
	5.	16. I.	60	75	+15
	6.	17. I.	75	80	+ 5
	7.	19. I.	75	70	+ 5
Hamann, m.	8.	14. I.	65	85	— 5
	9.	17. I.	90	110	+ 5
	10.	18. I.	105	95	+ 5
	11.	19. I.	65	85	+20
Folz, m.	12.	15. I.	85	95	+10
	13.	16. I.	85	90	+ 5
	14.	16. I.	90	90	0
	15.	17. I.	95	105	+10
	16.	18. I.	90	100	+10
	17.	19. I.	85	100	+15
Balzer, w.	18.	16. I.	90	100	+10
Wolf, w.	19.	17. I.	60	70	+10
	20.	19. I.	80	85	+ 5
Kammerer, w.	21.	16. I.	80	85	+ 5
Müller, w.	22.	17. I.	60	60	0
Folz, m.	23.	19. I.	80	90	+10
Wittmann, m.	24.	19. I.	60	75	+15
Balzer, w.	25.	19. I.	70	65	— 5
Müller, w.	26.	19. I.	70	65	— 5

1/5 der Fälle Differenz —5 Druckabnahme vom Liegen zum Stehen.
2 „ „ „ 0
Rest vom Liegen zum Stehen Druckzunahme (Schwankungsbreite zwischen + 5 und 20 mm Hg.)

Tabelle V.

Versuchsperson	Beobachtungs-Nummer	Sitzend, Beine horizontal (Beine hängend)	Stehend	Differenz
Kling, m.	1.	115	105	—10
	2.	110	115	+ 5
	3.	105	100	— 5
	4.	(100)	105	+ 5
Wittmann, m.	5.	75 (80)	75	0 (—5)
	6.	95 (80)	80	—15 (0)
	7.	85 (80)	70	—15 (—10)
	8.	95 (95)	85	—10 (—10)
Hamann, m.	9.	115	110	— 5
	10.	80 (80)	75	— 5 (—5)
Folz, m.	11.	105 (95)	95	—10 (0)
	12.	95 (90)	90	0 (0)
	13.	100 (90)	90	—10 (0)
	14.	105 (105)	105	0 (0)
	15.	105 (95)	95	—10 (0)
	16.	105 (100)	95	—10 (—5)
	17.	100	100	0
Balzer, w.	18.	95 (80)	70	—25 (—10)
	19.	85 (75)	70	—15 (—5)
Wolff, w.	20.	95 (90)	85	—10 (—5)
Kammerer, w.	21.	90 (70)	60	—20 (—10)
Folz, m.	22.	100 (100)	90	—10 (—10)
Kammerer, w.	23	75 (75)	75	0 (0)
Wittmann, m.	24.	80 (70)	70	—10 (0)
Balzer, w.	25.	80 (70)	65	—15 (—5)
Müller, w.	26.	85 (85)	65	—20 (—20)

Von 26 Beobachtungen nimmt der Druck zwischen Sitzen, Beine horizontal ausgestreckt, und Stehen 20 mal ab. Die Differenz zwischen —5 und —25 mm Hg.

Von 21 Beobachtungen nimmt der Druck zwischen Sitzen, Beine hängend, und Stehen 12 mal ab (zwischen —5 und —20 mm Hg.

8 mal besteht keine Differenz.

1 mal ist die Differenz positiv (+ 5 mm).

Was wir aus diesen Messungen lernen, ist:

1. Der Blutdruck nimmt beim Übergang aus der horizontalen zur sitzenden Körperstellung, gleichviel, ob die Beine horizontal oder hängend sind, zu.

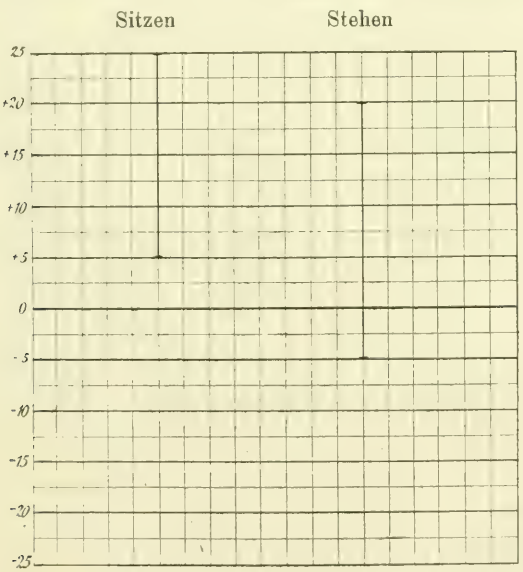
2. Dasselbe beobachten wir in der Mehrzahl der Fälle beim Übergang vom Liegen zum Stehen.

3. Beim Übergang von der sitzenden Stellung, Beine horizontal, zu der, die Beine herabhängend oder zu der stehenden, großenteils eine Druckabnahme. Und zwar ist die Differenz zwischen beiden letzteren nur gering. Aus allem diesen geht hervor: Der Blutdruck ist von allen Stellungs- und Lagevariationen im Liegen am niedrigsten. (Dasselbe ergiebt sich aus der Umkehrung unserer Versuchsanordnung cf. Tabelle VI, die die Ergebnisse graphisch darstellt.) Ich will noch bemerken, daß in großer Anzahl angestellte Pulszählungen eine Frequenzzunahme der Herzkontraktionen erkennen ließen, wenn die horizontale Lage in der beschriebenen Weise variiert wurde.

Tabelle VI.

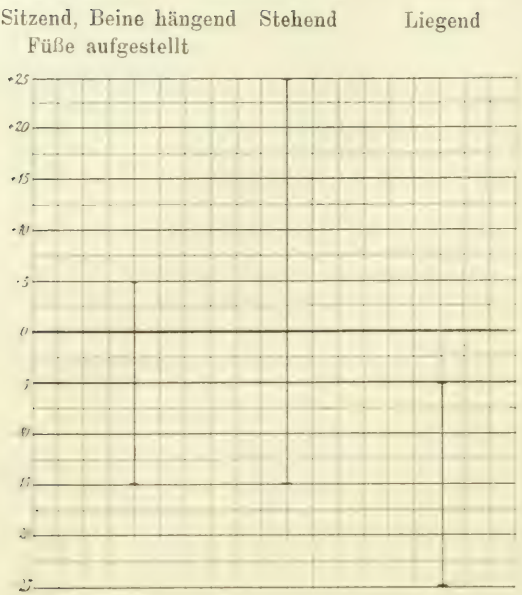
Übersicht über die Druckschwankungsweite bei den verschiedenen Körperlagen.

A.



0 = Linie: Rückenlage.

B.



0 = Linie: Sitzende Stellung, Beine horizontal.

Im Sinne unserer Blutdruckergebnisse sprechen die sphygmographischen Kurven, von denen ein Beispiel angeführt ist.

Ruhl. 26. IV. 01. 11h 40′ am.

Fig. 1. a. (tonometr. Wert 95 mm Hg.) Rückenlage.
Fig. 1. b. „ „ 105 „ „ Sitz., Beine hor. ausgestreckt.
Fig. 1. c. „ „ 110 „ „ Sitzend, Beine hängend
Fig. 1. d. „ „ 95—100 „ „ Passiv in Rückenlage zurückgelegt.
Fig. 1. e. „ „ 110 „ „ Stehend.

Fig. 1. a. Mässig ansteigender Kurvenschenkel, tiefliegende Rückstoßelevation, keine ausgesprochenen Elastizitätserhebungen. Fig. 1. b. Höherrücken der Rückstoßerhebung, steilere systol. Gipfel, ausgesprochene Elastizitätserhebungen — Zeichen höheren Blutdrucks. Im Sinne einer Blutdrucksenkung spricht Fig. 1. d.

Wodurch sind die Schwankungen des Blutdruckes unter den angeführten Lageveränderungen zu erklären?

Es wäre schon a priori überraschend, wenn in der Rückenlage, die im allgemeinen als Ruhelage betrachtet wird, der Blutdruck erhöht sein, also ceteris paribus, den Ausdruck erhöhter Herzarbeit darstellen sollte. Zunächst ist hervorzuheben, daß in dieser Lage jeglicher Einfluß von Muskelthätigkeit als blutdruckerhöhendes

Moment ausgeschaltet werden kann, da ja hier keine außerwesentliche Arbeit geleistet wird.

Die Widerstände sind in der Horizontallage zweifellos für den Blutstrom vermindert. Die inneren Organe erhalten zu ihrer Thätigkeit ohne Erschwerung das notwendige Blut; das Abströmen des Blutes in den Venen geht leichter vor sich als in anderen Lagen. (Das schließt z. B. *Hürthle* (31) aus der Zunahme der pulsatorischen Druckschwankung.)

Die Blutmenge ist zwar groß; dafür spricht die Größe der Diastole und die Verlangsamung der Herzkontraktionen. Andrerseits kann die verlangsamte Frequenz der Herzkontraktionen auch aus der gleichmäßigen Blutcirkulation und Beschaffenheit des Blutes in der Medulla oblongata erklärt werden (*Mantegazza.*)[1])

Was die Beeinflussung des Blutdruckes durch die Schlagfrequenz anlangt, so muß bemerkt werden, daß das alte *Marey*'sche Gesetz, daß verlangsamte Herzkontraktionen mit erhöhtem Blutdrucke gleichbedeutend seien, längst als nicht zu Recht bestehend erkannt ist (*v. Frey*). Nachdem neuestens *Otto Frank* (73) auf Grund einer besonderen Untersuchungsmethode gefunden hat, daß bei einer reinen Änderung der normalen Frequenz nur eine geringe Änderung des Blutdruckes zu erwarten ist, andererseits bei einer reinen Verlangsamung des Herzschlages keine Erhöhung des Blutdruckes eintreten muß, können wir den Einfluß der Art der Herzfrequenz als ohne Belang hier ausschalten.

Was eine mögliche Einwirkung der Atemexkursionen in Rückenlage anbelangt, besonders in Bezug auf die Venenstrombegünstigung, so ist zu sagen, daß sie in allen anderen Lagen als der horizontalen größer ist; übrigens sahen wir ja, daß die Blutzufuhr zum Herzen im Liegen mindestens nicht erschwert ist. Mit Einnahme der sitzenden Stellung ändern sich sofort die Einflüsse der erörterten Momente.

Als blutdruckerhöhend kommt in Betracht die Muskelthätigkeit. Die Muskeln geraten, außer natürlich bei dem aktiven Lagewechsel, auch bei der passiven Erhebung des Oberkörpers in Aktion; vor allem aber wird durch das bloße Beibehalten der sitzenden Stellung Muskelarbeit geleistet. Für alle Art Muskelarbeit ist aber eine Blutdruckerhöhung nachgewiesen.

Die Blutmenge, die nach der Frequenzzunahme der Herzkontraktionen zu schließen, vermindert sein könnte, wird zum min-

[1]) Cit. nach *Langowoy* p. 287 f.

desten durch die ausgiebigen, die Blutzuführung begünstigenden Atembewegungen bes. die Inspiration, auf der alten Höhe erhalten.

Vor allem aber wird der wesentlichste der den Blutdruck beherrschenden Faktoren, der Gefäßwiderstand, abgeändert. Dafür sprechen erstens die Beobachtungen von *Mall*[1]), daß mit der Strombetterweiterung der Muskelgefäße eine Kontraktion der Arterien im Bereiche der Nn. splanchnici und möglicherweise der muskulösen Wandungen der Portalvene einhergehe. Ferner hat *Klemensiewicz* an Fröschen bei Lageveränderungen eine primäre Gefäßkontraktion an der Schwimmhaut mikroskopisch nachweisen können.

Dann hat durch das Erheben des Oberkörpers der Widerstand in der Gefäßbahn insofern eine Änderung erfahren, als die hydrostatischen Verhältnisse abgeändert wurden. Die Herzarbeit ist entsprechend der hydrostatischen Differenz gegenüber der Rückenlage vergrößert, was sich in einer Blutdruckerhöhung äußern kann.

In Betracht zu ziehen wäre noch eine Abänderung der Blutcirkulation in der Medulla oblongata, die nach *Tigerstedt* einen nachhaltigen Einfluß auf die Schwankungen des Blutdruckes ausüben soll.

Wie wir gesehen haben, steht eine Herzfrequenzzunahme nicht im Widerspruch mit einer Blutdruckzunahme. Die genaueren Abhängigkeitsverhältnisse von beiden sind aber, wie *v. Frey* hervorhebt, keine so einfachen; außerdem beziehen sie sich auf ein Gebiet in der Physiologie, auf dem keineswegs endgültige Gesetze bis jetzt festgestellt sind. Aus diesem Grunde ziehe ich die komplizierten nervösen Einflüsse nicht zur Erklärung heran, obgleich sie höchstwahrscheinlich ihren Einfluß geltend machen. Die Modifikation unserer Versuchsanordnung, die Personen vor Übergang in die stehende Stellung eine intermediäre Lage so einnehmen zu lassen, daß sie auch saßen, aber die unteren Extremitäten herabhängen ließen, geschah in der Absicht, den Effekt auf den Blutdruck zu beachten, wenn die in denselben cirkulierende Blutsäule eine Senkung erführe. Wie erwähnt, trat in der Mehrzahl eine relative Blutdruckabnahme ein.

Da im übrigen die Bedingungen die gleichen waren, wie in der sitzenden Haltung, Beine horizontal, so kann wohl die Blutdruckabnahme nur aus der hydrostatischen Änderung der Blutsäule erklärt werden; denn die Blutmenge und Senkung sind nicht unbeträchtlich. Damit haben wir, wie mir scheint, eine plausible

[1]) Cit. nach *Tangl & Zuntz*, p. 544.

Erklärung für die prägnantere Erscheinung der Blutdrucksenkung beim Übergang von Sitzen zum Stehen; der Druck im Stehen ist aber gegenüber der horizontalen Lage erhöht aus Gründen, die wir für das Sitzen erörtert haben. Ganz ebenso verhalten sich die pathologischen Fälle, die ich untersuchte und später berücksichtigen will. Worauf es für die Beurteilung der klinischen Bedeutung dieser Schwankungen ankommt, ist, daß die letzteren momentan mit der Lageänderung eintreten, wenn auch bei dem Bestreben des Organismus eine gewisse Konstanz des Blutdruckes zu erhalten, die erwähnten Schwankungen einen Ausgleich erfahren mögen.

Klarer als *Albert* schon s. Zt. den Hinweis auf die praktische Bedeutung der Lageveränderung mit ihren sekundären Blutdruckschwankungen gab, läßt sich die klinische Würdigung nicht anstellen. Er sagt: „Wenn aber auch die Steigerung (des Blutdruckes) eine geringfügige ist, so ist sie doch nicht ohne Belang. Denken wir uns einen schweren Fall von Hämoptoë, wo die Gefäße des erkrankten Gebietes leicht zerreißlich sind; die geringste Zunahme der Spannung kann Abschnitte dieses Gefäßgebietes neuerdings zum Reißen bringen. Mit Recht ordnen also die Ärzte in solchen Fällen die horizontale Lage an, und es wäre bedenklich, wenn jemand, gestützt auf die Befunde anderer Untersucher, den Kranken aus der horizontalen Lage in eine sitzende Stellung bringen ließe. Ganz dieselbe Reflexion läßt sich für die Stichverletzungen großer Gefäße und dergl. anstellen".

Weitere Beiträge für die klinische Bedeutung dieser Blutdruckschwankungen werde ich im pathologischen Teil zu geben haben.

Für alle meine übrigen Untersuchungen sehe ich von nun an als Normallage die horizontale Rückenlage an.

Durch die Untersuchungen der Blutdruckschwankungen bei Lageveränderung ist der nun zu erörternden Frage nichts vorweggenommen: Welches ist der Blutdruckwert des Menschen unter normalen Verhältnissen?

Darüber antwortet die zahlreiche Litteratur verschieden, nicht nur insoweit verschiedene Instrumente benützt wurden, sondern die Angaben, mit gleichen Apparaten gefunden, gehen weit auseinander.

Direkte Messungen am Menschen hatten *Faivre* einen Blutdruck von 110—120, *Albert* (2) 100—160 mm Hg (Brachialis) ergeben. Die Nachricht einer 3. direkten Blutdruckbestimmung beim Menschen finde ich bei *Kuhe-Wiegandt* (59). Der gelegentlich einer Blutent-

ziehung bei einer urämischen Patientin gefundene Blutdruck (Radialis) betrug 150 mm Hg.

Die geringste Annäherung zeigen die mit dem *Basch*'schen Sphygmomanometer gefundenen Werte.

Basch selbst berichtet über Resultate von 90–120 mm (Temporalis), 110—160 mm Hg (Radialis).

Federn hält in der neueren Zeit für dasselbe Instrument Werte von 80—90 mm Hg für den normalen Blutdruck; er betont ausdrücklich, daß er gegenüber *Basch* zu diesem Resultate durch die grundsätzliche Unterscheidung zwischen vorübergehendem und dauernd erhöhtem Blutdruck gekommen sei.

Härthle (31) hat mit seiner exakten Methodik in einem Falle den mittleren Blutdruck an der Brachialis eines Gesunden auf 100 mm Hg bestimmt.

Die normalen Blutdruckwerte liegen nach *Tschlenoff*'s (39) Untersuchungen mittelst des *Mosso*'schen Apparates zwischen 70 und 100 mm Hg.

Bruce (36) bezeichnet einen Druck über 130 mm Hg als abnorm hoch, unter 110 mm Hg als abnorm niedrig (Apparat von *Barnard* und *Hill*. Brachialis).

v. Frey (106) giebt mit seiner einfachen Blutdruckmessung den Druck für die Digitalarterie (zwischen 2. und 3. Phalange) auf 100 bis 110 mm Hg, für die Radialis am Processus styloides auf 150 bis 160 mm an.

Bei 25 gesunden Arbeitern im Alter von 17—30 Jahren fand *Hensen* (95) mittelst des *Riva-Rocci*'schen Sphygmomanometers den Druck im Mittel 137 mm, bei 30 gleichalterigen Weibern im Mittel 132 mm Hg. Dieser Autor hält Werte zwischen 100–160 für normal, wobei 100—110 die Grenze nach unten, 150—160 mm nach oben, gegen das Pathologische bilden. Ein anderer Untersucher mit *Riva-Rocci*'s Instrument, *Gumprecht* (30), fand für Männer einen Mittelwert von 140 mm Hg, für Frauen 120 mm Hg.

Auch die Autoren, die mit dem Tonometer arbeiteten, kamen zu verschiedenen Ergebnissen des normalen Blutdruckwertes.

Weiss (20) fand bei Männern eine mittlere Zahl von 120 mm Hg, bei Frauen 100 mm (untere Grenze 90 bezw. 80). Die obere Grenze hält er für unbestimmbar, weil sich Zahlen ergaben, die ohne bezügliche Anhaltspunkte als pathologisch gelten müssten.

Analog diesen Ergebnissen bezeichnet *Schäle* (41) einen zwischen 80 und 130 mm Hg schwankenden Blutdruck als normal.

Neisser (27) findet die durchschnittliche Normalzahl zwischen 90 und 110 mm Hg, ausnahmsweise 160 mm beim Gesunden. Zur Feststellung der normalen Blutdruckziffer hat *Jellinek* (19) bei mehr als 500 Soldaten Messungen mit dem Tonometer gemacht. Er giebt an, die am meisten vorkommende Blutdruckzahl läge zwischen 100 und 160 mm. Ja er ist geneigt, Werte von 180 mm noch als physiologisch anzusehen, „weil", wie er sagt, „die Blutdruckschwankungen eben sehr groß sind". Meine Erfahrungen, die auf Grund zahlreicher Messungen unter möglichst gleichen Außenbedingungen gewonnen sind, möchte ich dahin präzisieren, daß der Blutdruck unter normalen Verhältnissen bei Fernhaltung aller äußeren Reize in Rückenlage zwischen 80 und 130 mm Hg schwankt. Die untere Grenze ist für Männer im Durchschnitt 85 mm Hg, für Frauen, beides unter 30 Jahren, 80 mm Hg. Die äußerste physiologische Grenze für Beide 125 mm Hg. Bei 130 mm Hg dürfte das pathologische Verhalten bereits einsetzen, dann, wenn äußere, den Blutdruck erhöhende Reize ausgeschaltet wurden und der Wert dauernd erhalten wird. Die häufigsten Blutdruckwerte liegen zwischen 90 und 115 mm Hg.

Meine Resultate stimmen also mit denen von *Weiss* und *Schüle* nahezu überein; sie harmonieren auch ganz gut mit den direkt gefundenen Blutdruckwerten des Menschen. Somit ist die Entscheidung über den Beginn pathologischen Verhaltens doch nicht so schwer; wenn eine einwandsfreie Erklärung für eine erhöhte Ziffer nicht zu geben ist, so darf uns das nicht hindern, irgendwo pathologische Veränderungen zu vermuten. Man muß recht vorsichtig sein, aus 2 bis 3 Messungen an einem Tage einen krankhaften Zustand im Körper zu vermuten. Zuweilen haben irgendwelche physiologische Reize, die wir beim besten Willen nicht auffinden können, diesen vorgetäuscht. Darum hat auch *Federn* völlig recht, nur den dauernd erhöhten Blutdruck als pathologischen Blutdruck zu charakterisieren.

Was die unterste Grenze anbelangt, bei der das Leben dauernd bestehen kann, also die Lebensgrenze, so habe ich als niedersten Wert 45—40 mm Hg gefunden. Ein dauernder Blutdruck von 40 mm muß als ein omen pessimum bezeichnet werden. Solche Werte kommen bei subnormaler Temperatur in der Agone vor. Diese meine Befunde stehen in Übereinstimmung mit denen *Christeller*'s (35) (*Basch*'s Apparat) und decken sich mit *Pilez*'s (17) Erfahrungen (*Gärtner*'s Tonometer).

Die Angaben *Kapsamer*'s (18) (*Gärtner*'s Tonometer), wonach als Minimum für die Existenzfähigkeit ein Blutdruck von 60 mm Hg zu

betrachten sei, kann ich nicht bestätigen. Blutdruckwerte von 55 bis 50 mm habe ich des öfteren ermitteln können; das Leben bestand trotzdem weiter und Genesung trat ein.

Bei der Applikationsweise des pneumatischen Ringes am Finger liegen Vermutungen nahe, es könnte eine Differenz der Blutdruckwerte entstehen, je nachdem man an der rechten oder linken Hand mißt. Untersuchungen in dieser Richtung sind nicht nur von theoretischem Interesse, sondern auch von praktischer Wichtigkeit.

Die ersten derartigen Prüfungen sind, soweit ich ersehen kann, von *Kapsamer* angestellt. Die sich bis zu 35 mm ergebenden Unterschiede erklärt er aus der „Alteration der Psyche", was er daraus folgert, daß bei längerem Zuwarten der Einfluß, eventuelle Aufregungsmomente, durch die Erschöpfbarkeit der Gehirnrinde schwindet. Verschiedene mechanische Verhältnisse glaubt er deshalb verantwortlich machen zu können, weil die Differenzen vorhanden sind, ob man mit dem gleichen Apparate hintereinander r und l mißt, oder mit zwei gleichen gleichzeitig.

Jellinek sah bei 207 Soldaten in 49 Fällen den Blutdruckwert, rechts gemessen, höher als links.

Ausgedehnte Untersuchungen haben *Hecht* und *Langstein* (97) ebenfalls an Soldaten vorgenommen und in 95% der Fälle hat der Blutdruck an der Prävalenz der betr. Körperseite um ein Plus von 5—20 mm Hg gegenüber der anderen Körperhälfte teilgenommen. Sie folgern aus ihren Ergebnissen, daß sehr wohl den differenten Blutdruckwerten eine Ursache für die Rechts- bezw. Linkshändigkeit beizumessen sei.

Auch ich habe mit meinem modifizierten Apparate sowohl als mit zwei Instrumenten derartige Messungen vorgenommen und differente Werte bis 15 mm Hg, aber auch gleiche Werte erhalten.

Die Autoren *Hecht* und *Langstein* glauben die möglichsten Kautelen vor Irrtümern getroffen zu haben. Daß es völlig gleichgültig ist, an welchem Finger der gleichen Hand gemessen wird, habe ich oben gezeigt und ihre Abstandnahme von der kongruenten Messungsart an den beiden Händen ist damit zu billigen. Sie berücksichtigten aber nicht die Beschaffenheit des Gewebes, den Turgor der Haut; sie führen einerseits die Erfahrung von *Bierrliet* der Prävalenz von Skelett und Gewebe der mehr beanspruchten Seite an, berücksichtigen sie aber nicht bei der Kritik.

Das primäre ist die erhöhte Arbeitsleistung der prävalenten Seite; daraus resultiert die Veränderung der Gewebe, die, wie ich experimentell nachgewiesen zu haben hoffe, die Blutdruckbestimmung mit dem *Gärtner*'schen Tonometer beeinflußt.

Sodann geht aus dem Versuchsplan nicht hervor, ob die Experimentatoren jedesmal nur die Beobachtung einer Hand übernahmen oder die Plätze vertauschten.

Es resultieren nämlich gerade aus der individuellen Auffassung der Färbungsqualitäten Differenzen, die in die von *Hecht* und *Langstein* gefundene Schwankungsbreite fallen. Dieser Umstand brachte mich eben auf die Herstellung des modifizierten Apparates, wodurch eine Person gleichzeitig an beiden Händen untersuchen kann.

Aus der Prävalenz einer Seite folgt nicht nur die des Gewebes, sondern auch des Gefäßapparates. Letztere kann sich aber in der Färbungsqualität äußern.

Die Differenzen zwischen dem an rechter und linker Hand gemessenen Wert erklären sich also aus dem erörterten Einfluß des Gewebes, vielleicht auch aus der verschieden aufgefaßten Färbungsqualität. Am Schlusse ihrer Arbeit fordern die genannten Autoren zu vergleichenden Druckmessungen an Neugeborenen als entscheidend auf.

Die Messungen an Säuglingen sind recht subtil und einwandfreie Beobachtungen, frei von Körperbewegungen und reflektorischen Einflüssen, sind schwer zu erhalten. Mit gütiger Erlaubnis des Herrn Geh.-Rat *Kehrer* machte ich auf der hiesigen Frauenklinik einige derartige Vergleichsmessungen an Neugeborenen. Dazu benutzte ich die kleinste Ringsorte, die verfertigt wird, und als Beobachtungsobjekt den Daumen. Dabei wurden gleiche Werte, an rechter und linker Hand, im Durchschnitt 90 mm Hg, gefunden.

Einfluß der Respiration. — Seit *Ludwig's* bahnbrechender Einführung der graphischen Methode ist die Thatsache einer Beeinflussung des arteriellen Blutdrucks durch die respiratorische Thätigkeit bekannt geworden. Die Litteratur legt von der Strittigkeit und dem geführten Streit der Frage des „Wie?" genügendes Zeugnis ab; eine allgemeine Einigung steht aber immer noch aus.

Während wir in *Hermann's* Lehrbuch der Physiologie die Lehre finden, der Druck steigt während der Inspiration und sinkt während der Exspiration, ferner daß beim Menschen die Schwankung nicht sicher nachgewiesen ist, lehrt uns *Tigerstedt*, daß bei der natürlichen Atmung, bei langsamer Respiration, „der Druck bei Beginn der In-

spiration herabsinkt und später ansteigt, bei der Exspiration umgekehrt zuerst ansteigt und später herabsinkt." Das Druckmaximum erscheint bei Beginn der Exspiration; bei schnellen Atembewegungen findet nur eine Drucksteigerung in der Exspiration, bei der Inspiration nur eine Druckabnahme statt. Im ebenbezeichneten Sinne sollen die Schwankungen des intrathoracischen Druckes wie die statische Veränderung der Weite der Lungengefäße wirken. Für den Menschen sind zahlreiche Studien mit Hülfe des Sphygmographen und Plethysmographen gemacht worden. Nach *Tigerstedt* ergiebt sich eine völlige Übereinstimmung in den respiratorischen Blutdruckschwankungen für Mensch und Tier.

In den neueren Arbeiten finden wir eine Bestätigung dieser Resultate; so fand nicht nur *Hensen* in einem Falle von Asthma bronchiale inspiratorisches Sinken des Druckes, sondern auch *Francke* (74) bei der Einatmung ein Sinken und bei der Ausatmung ein Ansteigen des Blutdruckes.

Mit dem *Gärtner*'schen Tonometer kann eine Entscheidung in unserer Frage nur in der Weise gebracht werden, daß die Respirationsphasen bei langsamem Atmungsmodus, in In- und Exspiration zerlegt, einzeln betrachtet werden.

Auf solche Weise ergiebt sich dann auch eine Bestätigung dahin, daß ausnahmslos eine inspiratorische Druckabnahme und exspiratorischer Druckanstieg zu konstatieren ist. Die Schwankungsbreite beträgt 5—20 mm Hg.

Einfluß des *Valsalva*'schen Versuchs. — Der *Valsalva*'sche Versuch, dessen Einfluß auf den arteriellen Druck ich als weiteres Untersuchungsobjekt bearbeitete, besteht bekanntlich darin, daß bei geschlossener Glottis und Inspirationsstellung des Thorax Brust- und Bauchhöhle durch eine Exspirationsbewegung zusammengedrückt wird.

So übereinstimmend die Angabe der Autoren lautet, daß mit der Aufnahme der Versuche die Zahl der Herzschläge stets emporgeht, und daß die frequenten Pulse kleiner werden, so different ist sie über den Einfluß auf den Blutdruck.

Das Unternehmen, den zur Lösung der letzteren Frage zahlreich mit den verschiedensten Untersuchungsmitteln ausgeführten Studien eine erneute Bearbeitung zuzufügen, soll damit begründet werden, daß viele Funktionen, die auf unseren Versuch zurückzuführen sind und die unter physiologischen Verhältnissen schon ergiebig den arteriellen Druck beeinträchtigen, unter pathologischen Umständen eine weitgehende Bedeutung durch diesen Einfluß gewinnen können.

Lenzmann, der zum erstenmal mit einem Blutdruckmesser, dem *Basch*'schen Apparat, diese Frage studierte, wie die anderen Autoren, die vor oder nach ihm die sphygmographische und andere Methoden benützt hatten, waren zu dem Ergebnis gekommen, der Blutdruck nehme während des *Valsalva*'schen Versuches ab.

Waldenburg (98), *Zadeck* (11), soweit die Einatmung komprimierter Luft mit dem Versuch identifiziert werden darf, *Grebner* und *Grünebaum* (5), *Wolffhügel* (61) fanden eine nicht unbeträchtliche Blutdruckzunahme.

Um für eine Vergleichung der Druckschwankungen bei Gesunden und Kranken gleiche Bedingungen zu schaffen, hatte ich den Versuchsplan gewählt, die eingezogene Inspirationsluft in ein nach *Waldenburg*'s Pneumatometer konstruiertes Wassermanometer bis auf eine gewisse Marke (50 cm hoch) einpressen zu lassen. Ich war damit wohl in der Lage, den Exspirationdruck in jedem Versuchsfall zu dosieren; trotzdem stand ich von diesem Versuchsmodus ab, nachdem ich zufällig von einer Arbeit von *Wolffhügel* Kenntnis erhalten hatte, die in einer zweckmäßigeren Weise diese Frage in Angriff genommen hatte. Da dieser Autor gleich mir zum Resultate gekommen war, der *Valsalva*'sche Versuch wirke blutdrucksteigernd, entschied ich mich von da an für *Wolffhügel*'s Methode. Seine Schwankungswerte waren nämlich viel bedeutender als die meinigen (10—25 mm Hg) ausgefallen, sodaß ich annehmen mußte, daß mit meiner Methode die volle Wirkung des Versuches nicht in die Erscheinung treten konnte. *Wolffhügel* hatte die einzelnen Phasen des Versuches auf ihr Druckergebnis studiert.

Tabelle VII.

1. Versuche mit Anwendung des Wassermanometers.

Datum	Zeit	Puls	Blutdruck	Bemerkungen
5. III.	3h 15′ pm	76	90	V. V.[1]). Der Manometer wird immer auf 50 cm Höhe geblasen.
	3h 20′	60	115	V. V.
	3h 35′	76	105	
	3h 37′	56	115	V. V.
	3h 45′	80	100	
	3h 47′	56	120	V. V.
7. III.	3h 30′	72	100	
	3h 32′	64	115	V. V.

1) V. V. bedeutet *Valsalva*'scher Versuch.

2. Versuche mit Zerlegung der Phasen.

Datum	Zeit	Puls	Blutdruck	Bemerkungen
7. III.	3h 47′ pm	76	95—100	
	3h 48′	56	125	V. V. Bauchpresse.
	3h 55′	80	105—110	
	3h 56′	40	135	V. V. ohne besondere Inspiration. Der Puls cessiert an der Radialis.

Versuchsperson	Datum	Zeit	Puls	Blutdruck	Bemerkungen
G. G., 23 J., cand. med.	9. III.	3h 30′	76	130	Anfangsdruck.
		3h 40′		135	Tiefe Inspiration. Suspension der Atmung.
		3h 45′		140	Pressen ohne besondere Inspiration, gewöhnliche Atmung.
		3h 47′		160	Tiefe Inspiration. Bauchpresse.
M. N., 23 J., cand. med.	16. III.	5h 20′	68	100	Anfangsdruck.
		5h 21′		105	Suspension der Atmung ohne Pressen.
		5h 25′		125	Ohne besondere Inspiration. — Pressen.
		5h 30′		150	*Valsalva's* Vers.
		5h 35′	68	95—100	Druck nach dem Versuch.
	20. III.	4h 40′	80	90	Anfangsdruck im Liegen.
				115	V. V.
		4h 50′	100	100	Anfangsdruck im Sitzen.
				145	V. V.
Ruhl	16. III.	3h 10′	72	80— 85	Anfangsdruck.
		3h 18′	76	115	V. V.
	18. III.	2h 45′	72	110	Anfangsdruck.
		2h 47′	78	130	V. V.
Joh. Schwartz, 35 Jahre, Bademeister	18. III.	4h 10′	64	115	Anfangsdruck.
		4h 12′		155	V. V.
		4h 15′		125	Suspension der Atmung.
		4h 20′		140	Tiefe Inspiration; Suspension d. Atmung.
		4h 22′		140	Ruhige, gewöhnliche Atmung; Pressen.
		4h 30′		165	V. V.
		4h 40′	72	125	Anfangsdruck im Sitzen.
				180	V. V.

Diskussion: Wir können im wesentlichen die Ergebnisse *Wolff-hügel*'s bestätigen, nämlich eine durchgehende Blutdrucksteigerung bei Anwendung des *Valsalva*'schen Versuches. Die Blutdrucksteigerung tritt sofort mit dem Versuch ein, fällt umso intensiver aus, je ausgedehnter die vorherige Inspirationsbewegung und je kräftiger die durch alle auxiliären Mittel unterstützte Exspiration war. In einem Punkte unterscheiden sich meine Befunde wesentlich von den Ergebnissen *Wolffhügel*'s. Dieser Autor konnte keinen Unterschied im Resultate konstatieren, ob er den Versuch in horizontaler oder aufrechter Haltung vornahm. Meine Ergebnisse lauten so, daß in jeder anderen als horizontalen Haltung (Sitzen, Stehen) bei derselben Versuchsperson die Schwankung bedeutender ausfällt. Am bedeutendsten ist die positive Blutdruckschwankung im Sitzen. Nach dem bei der Lageveränderung Erörterten können wir auch nichts anderes erwarten.

Schon bei aufgehobener Atmung ohne jegliche Exspirationsbewegung finden wir eine Drucksteigerung von 5—10 mm Hg; wenn alle im Sinne des V. V. begünstigenden Momente wirken, eine Steigerung von 60—65 mm Hg, also eine Druckzunahme von über 50% des meist vorhandenen Normaldruckes.

Eine große Anzahl unserer Versuche stellten wir unter gleichzeitiger Aufnahme sphygmographischer Kurven an. Fig. 2, ein Beispiel, soll nur eine Illustration des durch Druckmessung gefundenen Wertes sein.

Allerdings hat in neuerer Zeit *E. Hirschmann* (66) an der blossgelegten Arterie des Hundes gefunden, daß der während des V. V. erniedrigte Blutdruck mit der Pulsbildwirkung übereinstimme. Dieses Ergebnis braucht aber nicht gegen ein anderes Verhalten beim Menschen zu sprechen. Denn *Hirschmann* bläst die Lungen von der Trachea auf und setzt sie unter Druck; beim Menschen erfolgt plötzliche Kompression einer unter gleichem Druck eingesogenen Luftmenge durch plötzlichen Verschluß der Glottis und Pressen von der Lungenoberfläche her mittelst gewaltsamer Exspirationsbewegung des Thorax und der Bauchpresse. Vielleicht ist in der Verschiedenartigkeit der Versuchsmodi und der dabei abgeänderten Reflexvorgänge die Abweichung der *Hirschmann*'schen Resultate zu suchen.

Wie haben wir alledem gegenüber unseren konstanten Befund der Blutdruckerhöhung zu erklären?

Vielleicht scheiden wir zur besseren Übersicht die Einflüsse in solche mechanisch-physiologischer Natur und ferner in nervös-reflektorischer Art.

Bei der Natur des *Valsalva*'schen Versuches liegt es auf der Hand, daß die Respirationsthätigkeit einen wesentlichen Einfluß auf das Zustandekommen der Blutdruckschwankungen haben muß.

Zu dem *Valsalva*'schen Versuch κατ' ἐξοχήν gehört vor allem eine kräftige Inspiration. Dieser Akt unterstützt in ausgiebiger Weise den Venenstrom und führt dem rechten Atrium eine erheblichere Blutmenge zu, womit auf ein erhöhtes systolisches Schlagvolumen natürlich vorbereitet wird.

Mit dem Einsetzen der aktiven Exspiration, die durch Verschluß der Glottis und Mitwirkung der Bauchpresse auf ein bedeutendes Maß gebracht wird, wird die systolische Herzkraft in dem Auspumpen einer vermehrten Blutmenge unterstützt, gleichzeitig wird durch den Exspirationsdruck dem Abfluß des Blutes in der Aorta abdominalis ein kräftiger Widerstand gesetzt; alles dies läßt den Druck im Aortensystem momentan ansteigen.

Wenn im weiteren Verlauf des Versuches der intrathoracale Druck anhält, so kann natürlicherweise die rechte Herzhälfte auf eine weitere Blutzufuhr nicht rechnen.

Ja, es ist nicht unmöglich, daß im Venensystem der sonst negative Druck in retrograd positiven verwandelt wird, der sich nur gegen das Kapillargebiet äußern kann und zwar als Widerstandseinschaltung im Sinne einer Blutdruckerhöhung. Für diesen Druckanstieg im venösen System sprechen außer der Cyanose die Gefäßerweiterung, die wahrscheinlich eine passive ist. *(Hirschmann).*

Nachdem *Wolffhügel* nachgewiesen hat, daß zwischen arterieller Druckhöhe und Größe des intrathoracischen Druckes ein direktes Verhältnis besteht, so kann meines Erachtens kein Zweifel bestehen, daß die Respirationsthätigkeit schon an sich hauptsächlich die Wirkung auf den Blutdruck hervorbringt; denn dieser intrathoracische Druck hängt ab von der Tiefe der Inspiration und Stärke der Exspiration.

Bei praktischer Verwendung des V. V. z. B. beim Heben schwerer Lasten sehen wir denn auch darauf das Augenmerk gerichtet.

Als weiteres blutdrucksteigerndes Moment kommt die Atmungssuspension in Betracht mit dem Effekte einer Dyspnoe. Der Sauerstoffmangel infolge der verminderten Blutzu-

fuhr zum Gehirn bezw. der Medulla oblongata wirkt, umsomehr deren funktionelle Bedeutung für den Organismus eine große ist, reflektorisch im Sinne einer Blutdruckerhöhung. Diese Thatsache steht sowohl für das Tier als den Menschen fest. (*Zuntz* (67), *Hensen*, *Schleisiek*). Das reflektorische Zustandekommen der Blutdrucksteigerung ist von *Zuntz* aus gleichzeitiger Kontraktion der Darmgefäße und Pulsverlangsamung (Reizung des Vaguscentrums) bei Erstickungsversuchen geschlossen. Diese Vasokonstriktion und Blutdruckerhöhung soll durch Beschränkung der Blutzufuhr nach der Peripherie hin den lebenswichtigeren Organen (Medulla und Herz) einen Dienst leisten, was *Hensen*, als „eine zweckmäßige Selbsthülfe des Organismus" ansieht.

Daß die Atemsuspension und Dyspnoe einer regelrechten Erstickung nahesteht, ergiebt sich aus den Folgen eines übertrieben gehandhabten *Valsalva*'schen Versuches, die *Ed. Weber* seinerzeit an sich selbst erfuhr — Bewußtseinsverlust und Konvulsionen.

Weiter könnte die Blutdrucksteigerung im V. V. durch die Frequenzzunahme der Herzkontraktion erklärt werden. Die Konstanz dieser Erscheinung kann aber, wie wir beobachtet haben, durch das gerade Gegenteil durchbrochen werden. Schon aus diesem Grunde muß dieser Faktor mit Vorsicht benutzt werden: sodann aber auch deshalb, weil ein gesetzmäßiges Verhalten, offenbar wegen der komplizierten Nervenvorgänge, zwischen Zahl der Herzkontraktionen und Blutdruckschwankungen nicht besteht. Es kann nämlich eine Blutdruckerhöhung neben frequenterem wie verlangsamtem Herzschlag bestehen.

Was den Anteil nervöser Einflüsse anbelangt, so hoben wir ihn für das Centralorgan bereits hervor. Der hauptsächliche nervöse Einfluß äußert sich in der Vasokonstriktion des Gebietes, das vom Nervus splanchnicus versorgt ist. Seine Reizung muß außer in der Medulla auch lokal in der Bauchpresse gesucht werden. Auch andere sensible Nerven antworten auf Erregung im Sinne eines Blutdruckanstiegs.

Wenn die Reaktion des Splanchnicus auf Erstickungsreize durch die *Zuntz*'schen Untersuchungen klar gestellt ist, auf der anderen Seite der Bedeutung des Splanchnicus auf den Blutdruck kaum ein anderer der ihn beherrschenden Faktoren gleichzukommen vermag, so will der Einwand, daß andere Gefäßgebiete entspannt sind und Blutdruck senkend wirken, nichts besagen.

In der That ist letztere Erscheinung wiederholt durch sphygmographische Studien (*Sommerbrodt* etc.) aus der Dikrotie des Radialispulses geschlossen und mit Recht, wie ich aus eigenen Untersuchungen bestätigen kann.

Mit Unrecht aber war dieses Phänomen der Grund zu dem Schlusse, daß, nachdem die Dikrotie einmal nachgewiesen war, der Blutdruck im V. V. herabgesetzt sei. Es muß nämlich bedacht werden, daß die Dikrotie nichts weiter bedeuten kann als eine Parese der Vasomotoren der betr. Gefäßprovinz: so lange der Dikrotismus nicht für andere wesentlichere Gebiete oder alle Gefäße nachgewiesen ist, sind weitgehende Schlüsse auf den Blutdruck nicht am Platze. Weiter sei noch *Tigerstedt*'s Ansicht angeführt, daß zwischen Höhe des Blutdruckes und dem Grade der Dikrotie keineswegs ein konstantes gesetzmäßiges Verhalten besteht, eine Ansicht, von der ich mich während meiner Untersuchungen an Kranken oft genug überzeugen konnte.

Jedenfalls liegt in den oben angeführten Daten kein Widerspruch gegen das Verhalten des Splanchnicusgebietes vor, das oft genug einen Antagonismus gegenüber dem peripheren Gefäßgebiet zeigt.

Wenn wir endlich noch erwähnen, daß bei der Anstellung des *Valsalva*'schen Versuches der Einfuß psychischer Thätigkeit, bestehend in der Intention, den Versuch möglichst ausgiebig zu gestalten, ebenfalls als blutdruckerhöhendes Moment hinzukommt, so sind meines Erachtens die Gründe für die Blutdrucksteigerung so vielseitig und nachdrücklich, daß man dieselbe als hinreichend erklärt betrachten dürfte.

Ich hatte, um eine gründliche klinische Würdigung der Ergebnisse des V. V. geben zu können, ursprünglich die Absicht, meine Beobachtung in dieser Hinsicht auch auf das Krankenmaterial auszudehnen, um vor allem auch zu sehen, ob Kranke etwa eine andere Vulnerabilität des Blutdruckes zeigten. In diesem Sinne und zur besseren Dosierung der Versuchbedingungen hatte ich mich anfangs der erwähnten modifizierten pneumatometrischen Methode bedient. Nachdem ich mich aber von der Unzweckmäßigkeit dieses Versuchsplanes überzeugt hatte, nahm ich mit besonderer Rücksicht auf die Gefährlichkeit, die immerhin dem Versuche zukommt, Abstand von meinem ursprünglichen Plane.

So sei es mir denn gestattet, da die Rücksicht auf das Wohl der Kranken experimentelle Befunde versagte, die praktischen Folgerungen aus den Ergebnissen des V. V. an Gesunden, mehr durch

Überlegungen zu ziehen und zuvörderst einen Blick zu werfen auf die Bedeutung, die bislang die Autoren hervorhoben.

Waldenburg, *Zadek* (11), *Sommerbrodt* (99) und *Lenzmann* (98) folgerten, insoweit der Versuch mit der Einatmung komprimierter Luft identifiziert werden kann, therapeutische Maßnahmen.

Reineboth (101) hat in neuerer Zeit den V. V. als Maß für die Wiederausdehnungsfähigkeit der Lunge bei Pneumothorax herangezogen.

Leyden (108) hat Fälle von Überdehnung und Muskelinsufficienz des Herzens infolge körperlicher Überanstrengung ganz nach dem Typus des *Valsalva*'schen Versuches erklärt (Atemsuspension, Kompression des Thorax, Kompression großer peripherer Arteriengebiete durch die Muskelaktion — außerordentliche Steigerung des Blutdruckes).

Waldenburg hat, geradezu experimentell erzeugt, bei zu langer Dauer der Pneumato-Therapie Dilatation des Herzens konstatieren können.

Wolffhügel weist besonders nachdrücklich auf die pathogenetische Bedeutung des V. V. für akute Überanstrengung des Herzens hin; durch die Dyspnoe, gestörte Blutverteilung, in summa Blutdruckerhöhung entsteht diese schädliche Folge schwerer körperlicher Beschäftigungsarten.

Indem ich zu meinen eigenen Folgerungen nunmehr übergehe, muß ich bemerken, daß Betrachtungen, die eigentlich pathologische Zustände betreffen, nicht gut bis später zurückgestellt werden können und daher hier erörtert seien.

Alle Kranke, die nach der Art ihrer Erkrankung durch einen dauernd erhöhten Blutdruck ausgezeichnet sind, wird man Funktionen, die im Sinne des *Valsalva*'schen Versuches zu analysieren sind, vermeiden lassen müssen. Solcherlei Funktionen sind in erster Linie der Husten. Den Husten kann man vielleicht charakterisieren als einen kurzdauernden *Valsalva*'schen Versuch: Tiefe Inspiration, Verschluß der Glottis und explosionsartige Exspirationsbewegungen unter Zuhilfenahme der Bauchpresse. Daher äußert er auch ganz denselben Einfluß auf den Blutdruck. Werte von 5—30 mm Hg und mehr können die positive Schwankung ausmachen, je nach Stärke der Inspiration und Exspiration.

Auch Nießen führt wie heftiges Lachen auf ähnlichem Wege zu einem Blutdruckanstieg.

Ferner wirkt das Pressen, wie es bei der Defäkation unvermeidlich ist, zu entsprechenden Resultaten.

Alle diese dem V. V. analogen Vorgänge setzen nicht nur die Fälle mit konstant erhöhtem Blutdruck, wie Arteriosklerose mit der leichten Zerreißlichkeit der Gefäßwände unmittelbarer Gefahr aus dem Blutdruckanstieg aus, sondern auch Patienten mit hämoptoischer Disposition oder Aneurysmatiker, kurz alle Patienten, die eine Blutung befürchten lassen, schweben in dieser.

In allerneuester Zeit ist in der Litteratur erst ein Fall bekannt geworden, der ein Paradigma für unsere Erörterung bildet und wegen seiner prägnanten Eigenart hier ausführlicher angegeben sei.

Beckert (75) berichtet von einer Stichverletzung des Herzens bei einem 34jähr. Mann, der einige Tage nach der Verletzung seinem Berufe nachgegangen war und 14 Tage nach der Verletzung bei der Defäkation verstarb. Die Obduktion hatte im Herzbeutel eine Narbe ergeben: dieser selbst war mit Blut überfüllt. Der Autor deutet ganz richtig die Todesart so, daß der Ast der rechten Kranzarterie, die post mortem eine kleine Öffnung aufwies, offenbar infolge des enormen Druckanstiegs bei der Defäkation, bezw. die durch die Verletzung gesetzte Wandverdünnung barst, wodurch momentan der Verblutungstod eintrat. In Bezug auf diesen Fall ist es nun im höchsten Grade interessant, daß *Martin* bei Erstickung von Tieren (Erstickung hat ja ebenfalls Steigerung des allgemeinen Blutdrucks im Gefolge) Erweiterung der Kranzarterien beobachtet hat, die er allerdings als eine aktive auffaßt, weil er sie durch periphere Vagusreizung ebenfalls auslösen konnte. Aber selbst wenn die Erweiterung im *Beckert*'schen Falle eine passive war, so wird klar, wie infolge des momentanen Druckzuwachses im Gefäß die Wand zerreissen konnte.

Aus diesem eklatanten Falle geht die große praktische Bedeutung eines momentanen Druckanstieges zur Evidenz hervor.

Von den unangenehmen Folgen des Druckanstieges können ebensogut auch Kranke mit einer Schwächung der Herzmuskulatur betroffen werden, sei es, daß dieselben aus akut fieberhaften oder chronischen Krankheiten resultiert, besonders dann, wenn eine Häufung derartiger, dem V. V. analoger Vorgänge stattgefunden hat.

Von den chronischen Kranken sind es besonders chlorotische Individuen, worauf *Henschen* in seinen „Mitteilungen" nachdrücklich hinweist. Innerhalb eines Jahres hat er 19 Fälle mit den erwähnten Erscheinungen beobachtet, wovon 14 chlorotische und anämische Individuen betrafen. Die Herzdilatationen, die im Gefolge körperlicher Anstrengungen bei den von Haus aus geschwächten Individuen auftraten, möchte ich aus der Wirkung des V. V. deuten.

Henschen selbst weist auf die prophylaktische und hygienische Bedeutung hin, junge Mädchen nicht zu schweren Dienst aufnehmen zu lassen; gleichzeitig lenkt er die Aufmerksamkeit auf den diagnostischen und therapeutischen Weg. Er sagt: „Wo Herzklopfen bei einem chlorotischen oder anämischen Individuum vorkommt, muß man die Größe und nicht nur die Töne des Herzens genau untersuchen, und nicht ohne weiteres dafür den anämischen Zustand anklagen. Man wird dann oft die wahre Ursache des Herzklopfens finden". Die Therapie besteht in der Ruhe und der Fernhaltung der das Herz übermäßig anstrengenden Momente, solange Anzeichen der Anomalie manifest sind.

Auf einen weiteren Punkt will ich noch aufmerksam machen. Bei derartigen Intividuen ist nicht selten eine Tendenz zu chronischer Obstipation vorhanden. Nach dem früher erörterten ergiebt sich die Folgerung namentlich solchen Patienten eine von jeglicher Anstrengung freie Defäkation zu verschaffen, weil abgesehen davon, daß chronische Obstipation, wie *Federn* (9) nachgewiesen hat, an sich Blutdrucksteigerung bedingt, dem akuten Blutdruckanstieg beim Pressen vorgebeugt wird.

Derartige Schlußfolgerungen haben insbesondere auch für alle Hämorrhoidalzustände zu gelten, nachdem *Federn* gezeigt hat, daß bei diesen Krankheitsformen ein abnorm erhöhter Blutdruck herrscht, ja daß er sogar die Ätiologie dafür sein könnte. Wie letzterem auch sei, da wir wissen, daß beim V. V. und ihm analogen Funktionen auch eine Druckerhöhung im venösen System stattfindet, die retrograd auf den arteriellen Druck einwirkt, so werden wir bei Krankheitsformen der venösen Stase, so bei Hämorrhoiden und Varikositäten, auf einen erleichterten Stuhlgang zu achten haben, weil damit nicht allein der dauernd bestehenden Blutdruckerhöhung vorgebeugt werden kann, sondern Blutungen durch Bersten einer varikösen Vene entgegengewirkt wird.

Die Hämorrhagien, die infolge gewaltiger Hustenparoxysmen an den verschiedensten Stellen des Körpers auftreten können, sind ebenfalls im Sinne der Ergebnisse des V. V. zu erklären. Wie einerseits Rötung und Schwellung des Gesichts, Kongestionen nach dem Kopf mit Klopfen der Carotiden und anderer Arterien beobachtet werden können, so sind andererseits Blutungen aus der Nase, in die Conjunctiva, in die Meningen, Gehirn und Rückenmark keine Seltenheiten. Ja von *Sticker* (123) werden sogar Aneurysmenbildungen erwähnt, die nach derartigen Anfällen auftraten. Die Art des Zustande-

kommens der erwähnten Blutungen ist längst klinischerseits erkannt; die Ätiologie, wie sie z. B. *Fuchs* in seinem Lehrbuche für die subkonjunktiven Blutungen oder Bindehaut-Ekchymosen anführt: Schwere körperliche Anstrengung, Husten, Nießen, Erbrechen, starkes Drängen etc." sind wohl in Analogie mit der Wirkung des V. V. zu bringen. Es ist aber notwendig, mit Nachdruck darauf hinzuweisen, daß zum letzten die Blutdruckerhöhung die unmitelbare Ursache bildet.

Bevor ich dieses Kapitel verlasse, will ich noch erwähnen, daß ich auch Tonometermessungen beim sogen. *Müller*'schen Versuche anstellte. Derselbe besteht bekanntlich in einer Thoraxdilatation bei verschlossener Mund- und Nasenöffnung: er bildet gleichsam das Gegenstück zum V. V. Ich beobachtete eine mäßige Blutdrucksenkung (5—10 mm Hg) und Pulsbeschleunigung.

Genauere Versuchsprotokolle mitzuteilen unterlasse ich ebenso wie eine eingehende Diskussion, weil dem *Müller*'schen Versuche bei weitem nicht die praktische Bedeutung wie dem V. V. zukommt.

Einfluß der Kaltwasserapplikation. Wir haben oben erwähnt, daß wir bei Reizapplikationen an einem Finger, bestand sie in Anwendung von Wärme oder Kälte, keine Abänderung des Gesamtblutdruckes beobachten konnten; wohl aber kamen wir zu interessanten Befunden, wenn wir derartige Reize auf ein größeres Körpergebiet einwirken ließen.

Wir experimentierten folgendermaßen: Das Individuum, das sich in bequemer Rückenlage befand, hatte die Aufgabe, eine Hand nebst Vorderarm in ein Wasserbad von bestimmter Anfangstemperatur (10° R.) zu legen, nachdem wir vorher an der anderen Hand den Blutdruck gemessen und eine sphygmographische Kurve gewonnen hatten. Indem wir nun successive eine Abänderung in der Kälte des Armbades eintreten ließen, beobachteten wir am Messungsarm das Verhalten des Blutdruckes und des Sphygmogramms.

Tabelle VIII.

Person	Zeit	Puls	Blutdruck	Temp.	Bemerkungen
Ruhl	18. III 2h 50′	72	110		Anfangsdruck.
	3 02′	64	115	10° R	Hand und Arm ins Bad.
	3 10′		115	10° R	

Person	Zeit	Puls	Blutdruck	Temp.	Bemerkungen
	3h 15′	64	120	9°	
	3 18′	64	120	8°	
	3 21′	64	125	7°	
	3 24′	64	130	5°	
	3 26′	64	135	4°	
	3 30′	64	135	4°	
	3 32′				Arm aus dem Bad (Dauer 42 Minuten).
	3 37′	72	125		
	3 38′	—	120		
	3 40′	68	115		
	3 42′			22° R	Warmes Bad.
	3 44′	68	105		
	3 45′	68	100	24° R	
	3 47′		110	„	Ursprünglicher B. D.
	3 50′		110		Arm aus dem Bad.
	3 55′		110		
Frieda Müller	15. III. 5	88	90		Ausgangsdruck.
	5 03′			10° R	Armbad.
	5 07′	72	80	„	
	5 15′	68	85	4°	
	5 16′				Arm aus dem Bad.
	5 18′	76	85		
	5 20′	76	85		
	5 25′			27° R	Warmes Bad.
	5 28′	80	80		
	5 30′	80	85		
	5 35′	80	90		
	5 38′	88	90		
	5 40′	88	90		Ursprünglicher Blutdruck.
Rempp	14. III. 3 35′	72	105		Anfangsdruck.
	3 40′			10° R	Armbad.
	3 45′		105	9°	
	3 53′	64	120	7°	
	4	68	130	6°	
	4 08′	68	135—140	5°	
	4 15′	60	145	4°	
	4 18′	60	150	3°	
	4 21′	56	155	„	
	4 22′				Arm aus dem Bad. (Dauer 42 Minuten.)
	4 32′			22° R	Warmes Bad.
	4 33′	64	85— 90		
	4 45′			42°	
	4 50′	68	95	„	
	4 52′	72	105		Ursprünglicher Druck.

Diskussion: Im Falle *Ruhl* stieg der Blutdruck um 25 mm Hg bei einer von 10—4° R. abgekühlten Wassertemperatur. Gleichzeitig trat eine Pulsverlangsamung auf. Die Pulskurve Fig. 3 a, b, c, d, die anfänglich den Charakter eines weichen, normalen Pulses mit schwacher Rückstoßelevation ohne sogen. Elastizitätserhebungen zeigt, giebt uns bei einer Temperatur von 4° R. ein Bild eines P. durus. Als wir nach einer Dauer des kalten Armbades von 42 Min. den Arm allmählich wärmeren Temperaturen aussetzten, bis 24° R., zeigt sich ein Sinken des Druckes zum Ausgangswert; die Pulsfrequenz kehrt ebenfalls zur Anfangszahl zurück. Die Kurve zeigt kräftige systolische Gipfel.

Bei der weiblichen Versuchsperson verändert sich während der Prozedur der Blutdruck kaum, wohl aber Pulsfrequenz und Sphygmogramm. Ja der Blutdruck hat eher Tendenz zum Absinken, um bei Erwärmung des abgekühlten Armes zum Ausgangswert emporzugehen.

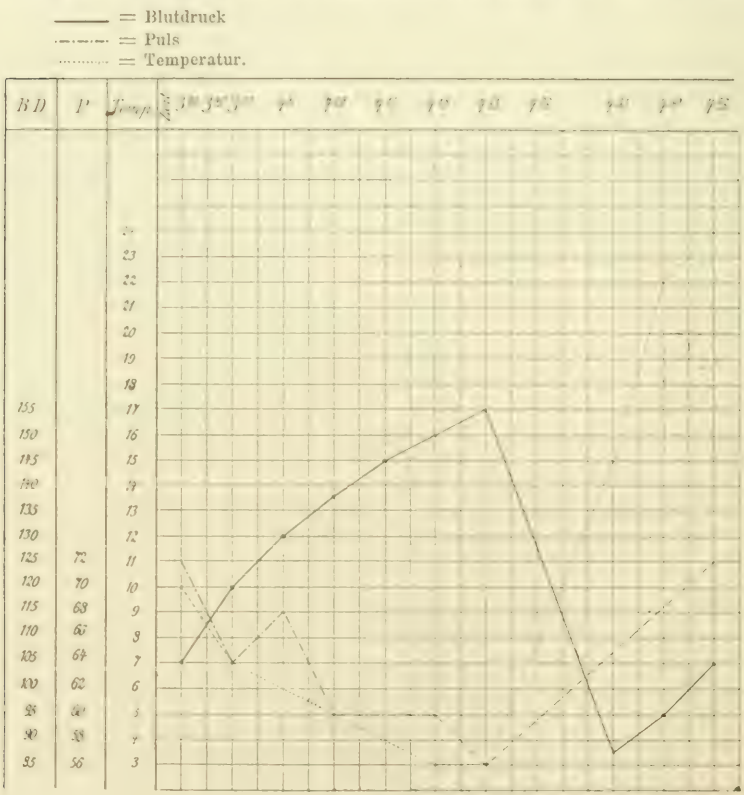


Fig. 5.

Die Kurve Fig. 4 nimmt alle Charakteristika der Spannungszunahme an: An einem fast monokroten Pulse treten Elastizitätserhebungen, Vergrößerung der systolischen Gipfel auf: am Ende des Versuches, nachdem der Blutdruck auf dem Ausgangswert wieder steht, ist der Puls geradezu ein P. magnus durus.

Den exquisitesten Befund konstatieren wir im Falle *Rempp*, der deshalb besondere graphische Darstellung erfuhr. (Fig. 5.) Hier tritt bei einer Wasserabkühlung um 7° R. eine positive Blutdruckschwankung um 55 mm Hg auf. Diese geht zur Ausgangsabscisse bei einem Erwärmungsbad von 24° R. und unter dieselbe, um nach Aufhebung des Bades den ursprünglichen Blutdruckwert zu erreichen. Während der Schwankung sinkt die Pulsfrequenz um 16 Schläge pro Minute; der Puls ist palpatorisch stark gespannt.

Das Individuum, ein robuster Bauernbursche, ertrug die Abkühlung des Armbades ohne jegliche subjektive Empfindung. Von einer psychischen Einwirkung auf die Blutdruckgröße kann daher nicht die Rede sein. Die in vorliegendem Falle erhebliche Blutdrucksteigerung ist den zu erörternden Momenten zuzuschreiben. Bei Einleitung des warmen Handbades, das wir allerdings wegen der lästigen Parästhesien nicht unmittelbar anschlossen, sondern erst nach 11 Minuten, nahm der Blutdruck zuerst beträchtlich ab. Allmählich ist ein geringes Ansteigen bei der Erwärmung des Wassers auf 24° R. zu bemerken; 30 Min. nach Unterbrechung des kalten Armbades hat der Blutdruck seinen Ausgangswert.

Wie kommen die durch unser Experiment veranlaßten Blutdruckschwankungen zu stande?

Die Kälte wirkt offenbar zuerst wie ein Hautreiz; von diesem aber ist ein konstantes Verhalten zum Blutdruck bekannt; er wirkt blutdruckerhöhend.

Da aber bei der successiven Veränderung der Wassertemperatur des Armbades nahezu proportional Blutdruckschwankungen auftreten, so sind kompliziertere Vorgänge anzunehmen. Diese Vorgänge spielen sich auf dem Gebiete des Nerveneinflusses ab. Wir wollen denselben in eine lokale und reflektorische Einwirkung trennen.

Das Hautnervengebiet des Vorderarms, die Muskelnerven, und die Gefässnerven werden von dem Reize getroffen und antworten mit einer Verkleinerung des von ihnen versorgten Bezirkes. So wird insbesondere das Lumen der Gefässe verkleinert (am Erblassen der Haut schon sichtbar), die Blutzufuhr zu dem betr. Ge-

biet nimmt ab, weil ja Widerstände durch die Kontraktion eingeschaltet sind.

In Betracht könnte noch die Erregung peripherer Gefässcentren kommen, deren Existenz bis jetzt in der experimentellen Physiologie noch nicht über allen Zweifel sicher gestellt ist. Daß die erwähnten lokalen Einflüsse wirklich stattfinden, ist von *Sarah Amitin* (65) durch plethysmographische Untersuchungen in *Kronecker's* Institut nachgewiesen worden. Sie fand nämlich, daß der Arm sich umsomehr kontrahiert, das Volumen im Plethysmographen um so geringer wird, je mehr das Wasser in demselben abgekühlt wird. Die Einwirkung erfolgte tief in die Muskelgefäße hinein, veranlaßt durch die anfängliche oberflächliche Gefäßkonstriktion. Ja die Konstriktion konnte sich an dem zarten Frauenarm zur Empfindung krampfartiger Kontraktionen steigern (Zuckungen, Schmerzen).

Nach der Größe unserer Druckschwankungen und den relativ kleinen, lokal betroffenen Körpergebiet müssen wir noch nach anderen Ursachen suchen.

Als solche sind in erster Reihe reflektorische Einflüsse zu vermuten. Es ist eine den Physiologen geläufige Erscheinung, daß Reizung eines von einem bestimmten Nerven versorgten Gebietes anderweitige Effekte im Gefolge haben kann. Für diese Gefäßreflextheorie ausführliche Litteraturnachweise zu geben, führte zu weit. Nur soweit sie uns interessieren, sei dieser Bedingung entsprochen.

Brown-Sequard und *Tholozan* [1]) beobachteten, vielleicht als die Ersten, auf Reflexvorgängen beruhende Erscheinungen. So auch die folgende: tauchten sie eine Hand in kaltes Wasser, so trat eine Gefäßkontraktion in der anderen ein.

Ähnliches ist von *Maragliano* und *Lussona* bei elektrischer Reizung des einen Unterarmes im anderen beobachtet. *Amitin* war es nicht entgangen, daß, als der eine Arm durch Erwärmung geschwellt war, der andere den Vorgang der „Schrumpfung" darbot. Sie hat auch direkt plethysmographische Messungen am unbetroffenen Arm vorgenommen und bei allmählicher Abkühlung des einen Armes starke Gefäßkontraktion infolge Tonuszunahme gesehen. Diese Einwirkung war recht nachhaltig.

Da mein Untersuchungsinstrument, das Tonometer, trotzdem wegen der Gefäßkontraktion eine verspätete Rötung und damit Blutdrucksenkung erwartet werden könnte, eine positive Blutdruck-

[1]) Cit. nach *Tigerstedt*, p. 516 ff.

schwankung erkennen läßt, so haben wir nicht nur eine weitgehende Übereinstimmung mit früheren Untersuchern zu konstatieren, sondern wir müssen die Blutdruckerhöhung auch auf reflektorische Nerveneinflüsse zurückbeziehen.

Bei der alten Erfahrungsthatsache, daß reflektorische Drucksteigerungen, namentlich sinnfällige aus der Kontraktion des Splanchnicusgefäßgebietes resultieren, dürfen wir keineswegs diesen Faktor ignorieren.

Dazu kommt noch eine andere reflektorische Beziehung, nämlich die zum Herzen. Durch sphygmographische Kurven sowie durch direktes Zählen habe ich eine Frequenzabnahme der Herzkontraktionen feststellen können. Bei der Inkonstanz der Beziehungen zwischen Blutdruck und Schlagfrequenz ist ein derartiger Befund mit Blutdruckerhöhung vereinbar. Die Frequenzabnahme aber deutet zweifelsohne auf eine gleichzeitige reflektorische Herznervenerregung hin. Ob diese Erregung, vermutlich des Vaguscentrums, durch das Splanchnicusgebiet vermittelt ist, oder durch Reizung der intrakardialen Herznervencentra infolge der Blutdruckerhöhung, läßt sich nicht entscheiden.

Wir können aus unseren Beobachtungen in Übereinstimmung mit anderen Autoren, *Amitin* etc., auf eine hochgradige und nachhaltige Erregbarkeit der Vasokonstriktoren schließen. Die vollständige Kontraktion geht daraus hervor, daß es lange dauernder Paralysation durch Wärme bedarf, um den fast tetanischen Kontraktionszustand aufzuheben.

Was *Amitin* infolge ihrer Sensibilität (sie war selbst die Versuchsperson) nicht eruieren konnte, ob bei tiefern als 12° C. betragenden Kältereizen die Kontraktion sich löst, um in eine Art Lähmungszustand zu verfallen, glaube ich dank der Widerstandsfähigkeit meiner Versuchspersonen, die mehrere Minuten Kältereiz von 3° C. ohne sensible Alteration ertrugen, dargethan zu haben: Es tritt keine Lösung des Gefässkrampfes ein.

Überblicken wir nochmals das Ergebnis unserer Versuche, so erkennen wir den intensiven Einfluß des Nervensystems auf die Gestaltung des Blutdruckes. Die reflektorischen Einflüsse scheinen zu prävalieren und mit den lokalen, wie *Amitin* richtig vermutet, eine Addition der Wirkungen hervorzubringen.

Im Anschluß an die Ergebnisse lokaler Temperatureinwirkung versuchte ich die Wirkung von Vollbädern auf den Blutdruck zu ermitteln; dabei wollte ich nicht besondere Versuchsreihen

über diese Art der Blutdruckbeeinflussung eröffnen, sondern ich wollte nur sehen, wie die Schwankung unter der Einwirkung eines kalten oder warmen Vollbades verläuft, weil mir bei meinen Beobachtungen von Typhuskranken die enorme Blutdrucksenkung bei Applikation der sog. „Typhusbäder" aufgefallen war. Zu diesem Ende wählte ich die Versuchsperson Rempp aus, weil diese einerseits wenig sensibel war, andererseits mit deutlichen Schwankungen des Blutdruckes reagierte.

Zeit	Puls	Blutdruck	Bemerkungen.
15. III. 10h 55′	76	105	
11	—	—	Bad von 18° R.
11 07′	64	65—70	
11 10′	60	65—70	Trotz Fingermassage und passiver Hyperämie kein anderer Tonometerwert.
11 25′	60	115	Nach Ankleiden, in Rückenlage.
11 30′	64	110	Ruhige Rückenlage.
15. III. 3 49′	72	105	
3 50′	—	—	Bad von 30° R.
3 55′	88	95	
4	80	90	
4h 02′—4 05′	88	75	Bad hat eine Temperatur von 32° R.
4 08′	92	70	
4 10′	—	70	Bad 31,5° R.
4 22′	76	100	Nach Ankleiden, in Ruhelage.
4 30′	76	95	
4 40′	76	100	

Diskussion: Mit dem Augenblicke der Einwirkung eines 18° R. kalten Vollbades sinkt der Blutdruck und der Puls verlangsamt sich. Die Senkung des Blutdruckes beträgt bis 40 mm Hg. Trotz intensiver Fingermassage und passiver Hyperämie ändert sich der Tonometerwert nicht. Die Kurve, die vor dem Bade normale Beschaffenheit (vielleicht etwas tiefsitzende Rückstoßelevation) zeigt, ändert sich ab zu einem kleinen Pulsus durus; reichliche Elastizitätserhebungen als den üblichen Anzeichen einer vermehrten peripheren Gefäßspannung treten auf.

15 Min. nach dem Ankleiden ist der Blutdruck bei völliger Ruhelage 115 mm Hg (Zunahme gegen den Ausgangsdruck 10 mm Hg). Die Pulskurve hat noch deutliche Zeichen der Spannung.

Auch bei dem 29° R. warmen Vollbad beobachten wir negative Blutdruckschwankung bis zu 35 mm Hg bei Erhöhung der Temperatur auf 32° R. Auch die Pulskurve ändert sich: die Einzelpulse sind vergrößert unter dem Bilde maximaler Arterienentspannung. Nach dem Bade steigt der Druck an; der Puls ist noch voll für die Palpation; auch das Sphygmogramm zeigt noch die Entspannung des Arterienrohres. (Tendenz zur Dikrotie.)

Wenn wir diese Ergebnisse mit dem der diskutierten lokalen thermischen Irritation vergleichen, so ergiebt sich eine auffallende Differenz, die a priori und den Erfahrungsthatsachen gemäß nicht zu erwarten war.

Hier scheint es, als ob der Sphygmograph verläßlichere Daten liefert.

Wenn wir bei Anwendung eines abgekühlten Vollbades mit dem Tonometer einen Blutdruckabfall nachweisen, das Sphygmogramm aber mit aller Deutlichkeit eine erhöhte Gefäßspannung anzeigt, so liegt die Erklärung auf der Hand: durch das kalte Bad wird ein derartiger Reiz gesetzt, daß die Vasokonstriktoren der peripheren Gefäße eine Wirkung bis zum völligen Spasmus entfalten; dieselbe kommt auf reflektorischem Wege zu stande und zwar deshalb, weil beide Arme nicht von dem Kältereiz getroffen waren, außerdem die Lufttemperatur des Baderaumes den nötigen Wärmegrad besaß. Daß dieser Spasmus der Gefäße wirklich besteht, zeigt uns auch das Tonometer selbst an; denn durch kein die Kontraktion gewöhnlich lösendes Mittel erreichen wir einen Nachlaß in der Gefäßspannung. Was ist die Folge? Erst bei einem tiefen Stand des Hg-Manometers tritt die Rötung der Fingerkuppe ein, woraus wir auf einen niedrigen Blutdruck schließen müssen.

Daß das aber in Wirklichkeit wahrscheinlich nicht der Fall ist, dafür sprechen

1. unsere Tonometerergebnisse bei der lokalen Kälteapplikation.

2. *Tschlenoff*'s Untersuchungen mittelst des *Mosso*'schen Apparates, der bekanntlich ebenfalls am Finger seinen Angriffspunkt hat. Bei kalten Handbädern wie Vollbädern trat eine intensive Kontraktion der Fingerarterien ein, die bis zu einer halben Stunde währen konnte und selbst dann noch waren Anzeichen des vermehrten Tonus vorhanden.

3. *Hensen*'s Beobachtungen an Typhuskranken, der während und nach dem Bad eine Blutdruckerhöhung mit dem *Riva-Rocci*'schen Sphygmomanometer bemerkte.

4. Die tonometrischen Resultate *Burckhardt*'s (120), der bei Kaltwasserapplikation, sei es in Form abgekühlter Douchen oder in anderer Form, Blutdruckerhöhung fand (im Durchschnitt 11,5 mm Hg). Wie der Unterschied zu *Burckhardt*, trotz Verwendung gleicher Apparate, zu erklären ist, lasse ich dahingestellt.

5. Die Erfahrung bei Applikation kühler Bäder während des Typhus z. B. Wenn so bedeutende Senkungen des Blutdruckes im kalten Bade stattfänden, dann müßten sich am Cirkulationsapparat derartiger an und für sich hier vulnerabler Patienten irgendwelche nachteilige Erscheinungen einstellen; statt dessen werden in praxi die wohlthätigsten Wirkungen beobachtet.

Nach alledem sind wir zum Wahrscheinlichkeitsschlusse berechtigt, daß der Blutdruck während und nach kühlen oder kalten Bädern erhöht ist, was wir aber wegen der Fehlerquelle des Tonometers nicht feststellen können.

Die Ergebnisse der Blutdrucksenkung während warmer Vollbäder stehen in Übereinstimmung mit denen anderer Untersucher (*Tschlenoff* etc.). Wenn wir bei der peripheren Gefäßerweiterung und der dadurch erleichterten Rötung negative Blutdruckschwankungen konstatieren, so gewinnt die Blutdruckerniedrigung um so mehr an Wahrscheinlichkeit.

Einfluß der Massage. Blutdruckmessungen an Menschen unter dem Einfluß der Massage sind trotz des theoretischen Interesses und der praktischen Bedeutung nur spärlich angestellt worden. Selbst *Rosen* (8) führt in seiner ausführlichen Litteraturübersicht über die Blutdruckbestimmungen mittelst des v. *Basch*'schen Apparates nichts derart an.

Zabludowski (68) fand bei Massage eines Armes eine Blutdrucksteigerung um 10—20 mm Hg am anderen. Ähnliches erzielte er bei Beinmassage. Da dieser Autor bei ähnlichen Experimenten am Hunde eine Verminderung des Vagustonus, d. h. Pulsfrequenzzunahme während der Massage fand, so nimmt er eine reflektorische Wirkung der Massage von den sensiblen Hautnerven auf das Centrum des Herzvagus an.

Bei meinen Versuchen hielt ich folgenden Plan ein: Das Individuum befand sich in bequemer Rückenlage; die rechte Hand diente der Tonometerbestimmung, an der linken wurde der *Jaquet*'sche Sphygmograph angelegt. Ein geübter Masseur massierte am Fuße beginnend, centripetal fortschreitend eine untere Extremität. Die

Dauer der Massage überschritt 10—20 Minuten nicht; die Sitzung lag 2—3 Stunden nach der Mahlzeit.

Tabelle IX.

Person	Zeit	Blutdruck	Bemerkungen.
Ruhl.	15. III. 2h 30′	105	2h 47′ Beginn der Massage am linken Fusse.
	2 50′	75	
	2 52′	80	
	2 54′	85	5 Min. lange Massage.
	2 55′	85	
	2 57′	85	
	3 00′	95	
	3 11′	100	
	3 15′	105	
	30. III. 3 25′	90— 95	3h 30′ Beginn der Massage am linken Fusse.
	3 35′	100—105	
	3 40′	100	3h 37′ Beginn der Massage am rechten Fusse.
	3 41′	105	
	3 42′	90	
	3 46′—3 48′	105	Abermaliges Massieren.

Diskussion: Wir sehen, bei der Massage der unteren Extremität kann eine Blutdruckabnahme bis zu 30 mm Hg eintreten. Nach 5 Min. langer Massage konnte dieselbe 15—20 Min. nachwähren. Die Massage musste aber dann eine kräftige Muskelknetung sein. Wo eine Blutdruckzunahme beobachtet wurde, war festzustellen, daß der Masseur eine Streichung der Haut „effleurage" einhielt; ward diese in eine intensive Knetung verwandelt, so sank der Blutdruck momentan. Das Sphygmogramm läßt Abnahme der Höhe der systolischen Wellen, Elastizitätsschwingungen und Pulsverlangsamung erkennen. Erst 30 Min. nach der Massage ist das Pulsbild dem ursprünglichen entsprechend.

Wie ist die tonometrisch ermittelte Blutdrucksenkung mit der sphygmographisch gefundenen Verengerung nicht direkt betroffener Gefäßgebiete in Einklang zu bringen?

Mittelst der Massage an der Extremität wirken wir auf dreierlei Organteile: Haut, Muskeln, Gefäße nebst deren Nerven. Wie wir sehen, ist oberflächliche Streichung der Haut

von einer 5- 10 mm Hg betragenden Blutdruckerhebung gefolgt. Auf einen mechanischen Reiz antwortet die Haut mit ihrem sensiblen Nervenapparat durch Reflexvorgänge mit einer Blutdrucksteigerung. Der taktile und sensible Nervenapparat reagiert im Sinne des *Pflüger-Arndt*'schen Nervenerregungsgesetzes, wonach schwache Reize die Thätigkeit des Nerven erregen. Durch intensives Kneten, also in die Tiefe auf Muskeln und Gefäße wirkende Reize, wird gemäß des *Pflüger*'schen Gesetzes die Erregbarkeit der Hautnerven nicht nur gehemmt, sondern es erschlaffen die Gefäße; das Strombett des Blutes wird nicht allein dadurch, sondern auch durch die Entspannung der Muskulatur erweitert, wodurch eine größere Blutmenge der unteren Extremität zugeführt wird. Das kann man aus der klinischen Erfahrung ableiten, die durch künstlich vergrößerte Cirkulationsfläche z. B. gegen Muskelatrophien wirken will.

Für diesen Befund an Menschen hat *Kleen* den tierexperimentellen Beweis längst erbracht; er hatte so operiert, daß er Haut und Muskulatur nach Bedürfnis isoliert durch Massage reizen konnte. Die reine Muskelreizung, d. h. Kneten der Muskeln ohne Hautanteil ergab für curarisierte und nicht curarisierte Kaninchen, bei intakten oder durchschnittenen Vagis „stets unmittelbar eine Senkung des Druckes, worauf derselbe mit oder ohne vorübergehende Steigerung wieder auf das Niveau vor der Reizung zurückgeht," die mechanisch reine Hautreizung ergab ohne Beziehung zur Stärke eine Blutdrucksteigerung mit oder ohne folgende Senkung.

Die gemischte Haut- und Muskelreizung hatte nach Stärke und Art der Reizung verschiedene Wirkung. Kneten der Muskeln durch die Haut ergab Blutdrucksenkung, Streichen der Haut über größere Hautgebiete Drucksteigerung.

Auch auf die Abänderung der Pulsfrequenz erstreckt sich die Übereinstimmung, da *Kleen* bei der Muskelreizung ebenfalls Pulsverlangsamung beobachtete mitunter mit folgender Acceleration.

Die Nn. vagi hält er deshalb nicht beteiligt, weil die Erscheinung auch bei durchschnittenen Nerven bestehen bleibt. Im übrigen sah *Kleen* von einer Erklärung der Druckschwankungen ab.

Das Gebiet der erweiterten Gefäßbahn muß höchst wahrscheinlich größer sein als das durch die Sphygmographie beobachtete verengte, zumal sonst Verengerung der Gefäße wegen des von ihnen bewirkten Blutdruckanstieges auch tonometrisch leicht erkannt wird. Eine Vasodilatation im Splanchnicusgebiet, reflektorisch hervorgerufen, muß immerhin als möglich betrachtet werden.

Nach diesen Darlegungen über das Zustandekommen der negativen Blutdruckschwankung bei Massage der Extremitäten, kann ich mich in der Erklärung der Drucksenkung bei der Bauchmassage, zu deren Erörterung wir nun kommen, kürzer fassen.

Tabelle X.

Person	Zeit		Blutdruck	Bemerkungen.
Ruhl	19. III.	3h	105	Anfangsdruck.
		3 05′	85	Bauchmassage nach Speiseaufnahme.
		3 10′	70—75	
		3 15′	—	Aufhören mit der Massage.
		3 16′	95	
		3 18′	105	
		3 20′	—	Beginn der Massage.
		3 22′	85	
		3 24′	85	
		3 25′	—	Aufhören.
		3 30′	95	
		3 35′—3h 40′	105	
	20. III.	3 50′	100	
		3 51′	80	Bauchmassage.
		3 52′	75	
		3 53′	—	Aufhören.
		3 58′	95	
		4 00′	100	
	21. III.	9 30′ am	85—90	
		9 35′	—	Beginn der Massage. Das Indiv. ist nüchtern.
		9 36′	80	
		9 37′	70	
		9 38′	70	
		9 40′	60	Intensives Kneten des Bauches.
		9 41′	90	Nach Aufhören der Massage
		9 43′	75	Kneten
		9 45′	60	„
		9 50′	85	Aufhören mit der Massage.
		9 55′	90	

Diskussion: Die negative Druckschwankung ist bei dieser Art der Massage konstant, wenn man nur darauf achtet, daß der Massageprozedur kein Widerstand durch Anspannung der

Bauchdecken und Pressen entgegengesetzt wird, was ja bekanntlich blutdrucksteigernd wirkt.

Durch das Kneten erschlafft die quergestreifte Muskulatur der Bauchdecken, die glatte der Gefäße und des Intestinaltraktus, sodaß eine mächtige Blutattraktion in das reizgetroffene Gebiet erfolgen muß; die Reizung der Nerven selber, die nebenher stattfindet, wirkt nicht in anderem Sinne. Es tritt also eine akute Hyperämie des ganzen Splanchnicusgebietes auf Kosten des peripheren Stromgebietes ein. (Sphygmogramm Fig. 8.)

Das erhellt aus der Versuchsmodifikation, wo unmittelbar nach Speiseaufnahme die an sich schon vorhandene Hyperämie vergrößert ward; das schließe ich aus dem größten tonometrischen Schwankungswert (30 mm Hg), dem subjektiven Ermüdungsgefühl und der Schläfrigkeit des Individuums (Anämie des Gehirns). Den Physiologen ist die auf Massage oder mechanische Reizung erfolgende akute Gehirnanämie und Hyperämie der Bauchhöhle eine bekannte Erscheinung. *Köhne* demonstrierte diese Erscheinung beim physiologischen Experimente oft genug, indem er bei eröffneter Bauchhöhle die Massage der Därme dazu benützte, die Schmerzempfindung des Tieres bei versagender chemischer Narkose durch diese „mechanische Narkose" herabzusetzen; das geschah eben durch Anämisierung des Gehirns.

Auf die hyperämischen Zustände im Abdomen nach Massage desselben weisen die tonometrischen Ergebnisse von *Eccles*, *Bechterew-Tschigajew* [7]: Erhöhung der Mastdarmtemperatur, Sinken der Hautwärme der Körperoberfläche und in der Achselhöhle; die Hyperämie in der Bauchhöhle ist aber mit einer Strombetterweiterung zu identifizieren. Übrigens hat *Eccles* bei der Bauchmassage nach anfänglicher Steigerung des Blutdruckes Verminderung desselben und Herabsetzung der Pulsfrequenz beobachtet.

Bei der außerordentlichen Beschränkung der Mittel, die direkt blutdruckherabsetzend wirken, ist der Massage, vorausgesetzt, daß sie eine kräftig in die Tiefe wirkende Knetung ist, eine gebührende praktische Bedeutung nach dieser Richtung beizulegen. Sie kann periphere Kreislaufswiderstände wie solche im Splanchnicusgebiet, und damit die Blutverteilung beeinflussen. Die bisherige Kontraindikation der Massage bei Zerreißlichkeit der Gefäße, die aus der Annahme der Blutdruckerhöhung während der Massage abgeleitet ist, wäre nach den tonometrischen Ergebnissen zu modifizieren.

Auf einen praktischen Gesichtspunkt möchte ich noch aufmerksam machen. Da *Federn* bei Hämorrhoidalzuständen abnormen Widerstand im Gefäßsystem vorwiegend des Abdomens und daraus resultierend erhöhten Blutdruck nachgewiesen hat, außerdem auch Darmatonie, so hat man vielleicht gerade in der Bauchmassage ein Mittel, das vorzüglich beide ätiologische Momente bekämpfen könnte.

Wenn wir den Gefäßwiderstand, der nach *Benno Lewy*'s Berechnungen 6/7 der Herzarbeit für sich beansprucht, so herabsetzen können, so wäre schon viel gewonnen: Das Herz wird vor unzweckmäßigen Leistungen bewahrt und die Cirkulationsthätigkeit des Blutes erleichtert.

In aller Kürze will ich noch einige Einflüsse anführen, die an und für sich den Blutdruck schwanken lassen können. Dieselben sind für einwandfreie Messungen der Kenntnis wert.

Psychische Einflüsse (Betrübtsein, Weinen, Lachen, sei es geäußert oder zu unterdrücken versucht, unerwartete Vorkommnisse in der Umgebung der Versuchsperson); ferner Schlaf vor der Untersuchung oder Schlaflosigkeit. Die meisten dieser angeführten Einflüsse wirken blutdruckerhöhend.

Im allgemeinen kann ich sagen, daß der Blutdruck des Menschen unter physiologischen Verhältnissen eine gewisse Konstante einzuhalten bestrebt ist, sodaß man mit der nötigen Mühe diejenigen Ursachen aufzufinden imstande ist, die die Blutdruckschwankungen veranlassen.

III. Die Schwankungen des Blutdruckes unter pathologischen Verhältnissen. Klinische Würdigung der Ergebnisse.

Bei einer großen Anzahl von Krankheiten steht unter den Erscheinungen das Fieber im Vordergrund. Der Gedanke, es könne dasselbe einen Einfluß auf den Kreislaufapparat ausüben, ist seit Langem erwogen worden; das beweisen die klinischen Anschauungen vom „Fieberpuls" sowohl, als die zahlreichen darüber vorliegenden Untersuchungen.

Die Blutdruckschwankungen im Fieber. Seit *Zadek*'s (11) Studien über das Abhängigkeitsverhältnis vom Fieber und Blutdruck sind dieselben auf mannigfache Weise wiederholt worden, ohne einheitliches oder befriedigendes Endresultat.

Da in neuerer Zeit *Hensen* bei Gelegenheit der gleichen Untersuchungen mittelst des *Riva-Rocci*'schen Apparates die Litteratur eingehend beleuchtet hat, brauche ich auf diese nicht weiter einzugehen. Auch dieser Forscher fand keinerlei Beziehungen zwischen Blutdruck, Fieber und fieberhafter Temperaturerhöhung. In der Betonung der Schwierigkeit, die Blutdruckschwankungen unter pathologischen Verhältnissen genauer zu analysieren, muß ihm völlig beigestimmt werden.

Bei der Bedeutung des Fiebers in der Pathologie aber haben wir die unabweisbare Aufgabe, über seinen Einfluß auf die Blutdruckschwankungen ins Klare zu kommen. Ich schlug zu diesem Ende den Untersuchungsweg ein, wie ihn v. *Basch* gelegentlich einmal empfohlen hat. Danach studierte ich Blutdruckschwankung und Fieber nach dem Auftreten des letzteren bei verschiedenen Krankheitsformen, nach dem individuellen Verhalten der ersteren, und suchte zur Analysierung der gegenseitigen Beziehungen den Krankheitsverlauf heranzuziehen. Ließen sich so endlich allgemeine Gesetze ableiten, um so besser.

Nach diesem Plane ergab sich die folgende Versuchsanordnung. Der Patient wurde unter genauer Beobachtung des Krankheitsverlaufes, der Komplikationen, der therapeutischen Maßnahmen täglich mindestens 2 mal tonometrisch gemessen. Zu Anfang, häufig auch während des Verlaufes, und zu Ende der Krankheit wurden sphygmographische Kurven in der oben erörterten Absicht aufgenommen.

Karl Ruf, 14 J. Diagnose: Scarlatina.
Cor: Grenzen normal, Töne rein.

Datum	Zeit	Temp.	Puls	Blutdruck	Bemerkungen.
15. II.	4h 25′	39,0	120	95	Ord: Bettruhe, Diät, Eiskravatte, Sol. kal. chloric.
16. II.	10	38,3	100	100	
16. II.	6 15′	38,4	92	95	
17. II.	9	38,0	92	95	
18. II.	4	38,5	72	95	
19. II.	10	37,3	76	100	
19. II.	5 15′	38,3	72	100	
20. II.	12 20′	37,7	68	90	Exanthem abgeblaßt, beginnende Schuppung.
20. II.	4 15′	38,2	72	90	
21. II.	12	37,5	64	95	
23. II.	6 05′	37,5	68	95	
25. II.	10 05′	36,2	72	85	
11. III.	10	36,3	84	105	Andauerndes Wohlbefinden. 12. III. entlassen.

Therese Hildenbrand. 18 J. Diagnose: Scarlatina: Übergang in Angina diphtherica. Cor: ohne pathol. Befund.

Datum	Zeit	Temp.	Puls	Blutdruck	Bemerkungen
24. I.	4h 30′	39,5	132	90	Urin enthält Albumen.
25. I.	10	38,3	120	90	
25. I.	5 20′	39,0	120	75	
26. I.	11	38,0	100	95	J. Urin kein Albumen; Periode; starke Kopfschmerzen.
26. I.	5	38,4	100	80	Subj. Besserung.
27. I.	12	37,6	100	85	Abblaßen des Exanthems.
27. I.	5 20′	38,3	104	105	
28. I.	9 20′	38,3	100	95	Kopfschmerzen.
28. I.	4 45′	38,4	108	95	„
29. I.	9 10′	37,7	100	80	
29. I.	5	38,6	96	85	Besserung; objektiv kein Grund für die Temperaturerhöhung, Herzaktion mittelkräftig, etwas pochend.
30. I.	9 25′	37,9	96	105	
30. I.	4 30′	37,4	80	100	Besserung. Bläschenförmige Abschuppung. Urin — Albumen.
31. I.	3 30′	37,0	88	95	
1. II.	10	36,6	76	95	
2. II.	10	36,5	84	90	
2. II.	4	37,2	80	95	Zahnschmerzen.
4. II.	4 30′	36,6	72	85	Blutdruck an der abgeschälten Stelle des Fingers: 110.
5. II.	4 30′	36,6	72	85	
7. II.	10 10′	36,6	72	95	Leibschmerzen. Im rechten Rektus auf Palpat. Schmerzen.
8. II.	10 25′	36,3	76	85	
10. II.	6 20′	36,4	68	85	An der abgeschälten Stelle 110.
			76	105	Sitzend. Keine Schmerzen mehr.
26. II.	4 10′	36,8	80	95	Andauerndes Wohlbefinden.
15. III.	3 55′	36,5	84	95	16. III. entlassen.

Georg Meng, 22 J., Stallknecht.

Diagnose: Lues II. Scarlatinarecidiv. Pat. sucht wegen dumpfer Kopfschmerzen die Ambulanz auf; es wird Lues ohne bewußte Infektion konstatiert. 14. I. Aufnahme in die Klinik.

Stat.: Mittelgroßer, gut entw. Bursche, keine Anämie.

Drüsenschwellungen beiderseits in Inframaxillar- und Axillardrüsen. Cubital-Inguinaldrüsen nicht nachweisbar vergrößert. Maculopapulös. Exanthem auf der Haut. Vom 18. I. ab subj. Wohlbefinden, während dieser Zeit Blutdruckmessungen aus anderen Gründen.

Vom 21. I. ab rapides Ansteigen der Temperatur.

Herz: Grenzen normal, Töne rein, Aktion ruhig, regelmäßig, manchmal stolpernd. Puls ohne Bes. Milz palpabel. Urin: 0 Albumen.

Datum	Zeit	Temp.	Puls	Blutdruck	Bemerkungen.
19. I.	9h	37,3	72	110	
21. I.	5	39,9	120	75	Kopfweh, Benommenheit, Conjunctivitis. Starkes, rotes Exanthem, confluierend. Am harten Gaumen scharlachrotes Exanthem.
23. I.	9 45′	39,4	100	85	
24. I.	9 15′	38,5	92	95	Allgemeinbefinden besser. Exanthem blaßt ab.
25. I.	10 40′	38,2	80	85	
25. I.	4 15′	37,6	80	85	
26. I.	11 15′	37,3	80	100	
26. I.	3 50′	37,5	68	105	
28. I.	10	37,3	92	90	
28. I.	4	37,5	84	90	
31. I.	6	39,0	104	90	Neues typ. scarlatinös. Exanthem.
4. II.	10	37,8	88	85	
4. II.	5	37,9	84	95	
6. II.	5	37,3	76	95	
24. II.	10	37,0	78	95—100	

Diskussion: Im Falle *Ruf* beobachten wir während des Fiebers einen konstanten Blutdruck von 95 mm Hg; eine unbedeutende Zunahme des Blutdruckes von 5 mm Hg bei einem Temperaturabfall von 0.8° C. Während andauernder Rekonvaleszenz erhebt sich der B.D.[1]) bis kurz vor der Entlassung auf 105 mm Hg.

Im Falle *Hildenbrand* (schwerere Form) sind die Schwankungen wechselvoller. Nach der Aufnahme in die Klinik in febrilem Zustand BD. 90 mm. Absinken auf 75 mm bei Ansteigen auf 39.0. Absinken

[1]) Hier und später bedeutet BD. = Blutdruck.

der Temperatur um 10° — Anstieg des BDs. auf 95 mm. So geht das fort. Unter 27. I. konformes Ansteigen von BD. und Temperatur. Pat. ist durch Heimweh sehr erregt. Am nächsten Tag bei gleich hoher Temperatur Abnahme des BDs. um 10 mm. Am 29. I. Anstieg der Temperatur ohne objektiven Grund. Der Bd. bleibt auf seiner Höhe. Vom 29. I. ab Sinken der Temperatur in der bekannten Staffelform, der BD. schwellt um 20 mm an, macht ebenfalls während der Staffelform geringe Schwankungen durch, steigt durch interkurrente Schmerzen zeitweilig an und behält bis zur Entlassung einen fast gleich hohen Druck von 95 mm Hg. Ähnlich sind die Schwankungen des BDs. im Falle *Meng*. Der Pat., den ich zufällig schon vor der Scarlatina-Erkrankung tonometrisch beobachtet hatte, zeigte mit Auftreten des Fiebers einen BD-Abfall von 35 mm Hg. Auffallend ist, daß bei der zweiten Exanthemeruption der BD. nicht entsprechend schwankt. Bei allen drei Kranken ist der BD. in der Rekonvalescenz relativ erhöht.

Welchen Einfluß das Fieber auf den BD. hat, zeigt so recht deutlich folgender Fall. Die Patientin Bortfeld, die ich vom 19. II. 01. bis 11. III. 01. wegen Nephritis interstitialis chronica (s. später) in tonometrischer Beobachtung hatte, kam 10 Tage nach ihrer Entlassung mit einem Erysipelas faciei, das infolge Verletzung der Kopfhaut durch eine Haarnadel entstanden war, wieder in die Klinik. Während der BD. in der erst erwähnten Zeit zwischen 170 und 200 mm Hg schwankte, zeigte er nunmehr folgendes Verhalten.

Datum	Zeit	Temp.	Puls	Blutdruck	Bemerkungen.
30. III.	4h	39,0	104	140—145	Spärl. Albumen im Harn. Ordin: Bettruhe, Fieberdiät, Eisbeutel auf den Kopf, Kühlsalbe, Fachinger Wasser.
31. III.	11 07′	37,2	96	140	
31. III.	6	37,1	92	140	
1. IV.	11 15′	36,1	92	140	
2. IV.	5 40′	37,4	84	165—170	Subjektive und objektive Besserung.
3. IV.	9 45′	36,2	88	165—170	
27. IV.	9 15′	36,1	84	180	1‰ Alb.
30. IV.	10 45′		88	190—195	Sitzend; seit 5h a. m. aufgestanden. 4. V. entlassen.

Diskussion: Während der durch das Erysipel veranlaßten febrilen Zeit finden wir den BD. gegenüber der früheren durchschnitt-

lichen Zahl um 35—40 mm Hg herabgesetzt. Auch die Pulskurve zeigt ein verändertes Bild gegenüber den früheren. Dieselbe hat zwar noch den Charakter des Pulsus celer (Folge der bestehenden Herzhypertrophie), aber deutliche Tendenz zur Dikrotie. Trotz des Temperaturabfalles bleibt der BD. auch bei nicht febriler Temperatur noch während drei Tage auf 140 mm Hg. Dann treten die alten Werte auf 170—180 mm. Das Pulsbild ist auch das frühere (P. magnus durus.) (Fig. 9, 9a, 9b).

Aus naheliegenden Gründen waren von jeher die Beobachtungen von Typhuskranken, zu deren Mitteilung wir nun kommen, zum Studium der Blutdruckschwankungen beim Fieber gerne benutzt.

Adam Haas, 20. J., Schneider. Klin. Diagnose: Typhus abdominalis. Stat. praes. Mittelmäßig kräftiger, junger Mann von fieberhaftem Eindrucke. Abdomen: Leichter Ileo-coecalschmerz; mehrere frische Roseolen auf der Bauchhaut. Milz nicht palpabel. Sensorium nicht benommen. 7. Krankheitstag.

Datum	Zeit	Temp.	Puls	Blutdr.	Bemerkungen
22. I.	9h 30′	38,3	84	65	Auf 3 × 0,5 Calomel Dünndarmstühle.
22. I.	4	38,1	88	80	
23. I.	9 30′	37,6	80	85	
24. I.	10 05′	38,2	100	60	
24. I.	4	39,3	100	60	Blutdruck im Bade (27° C).
24. I.	7 30′	40,2	120	90	Vor dem Bade. Pat. hat vor dem Bade stets große Angst.
24. I.	7h 35′–7h45′		104	60	Temperatur des Wassers 32°—28° C.
24. I.	8 am	37,1	88	65	
25. I.	9 30′	39,3	88	60	Um 8 Uhr ein Bad.
25. I.	4 45′	39,7	112	70	
25. I.	5 45′	39,0	100	60	Bad.
26. I.	10 05′	37,5	80	80	
26. I.	4 30′	38,5	88	65	Bad.
27. I.	12 30′	37,3	80	70	
27. I.	5	37,9	84	95	Subj. Wohlbefinden.
28. I.	9 30′	36,4	76	75	Für das Absinken um 20 mm kein objekt. Grund zu finden.
28. I.	4 15′	37,5	72	75	
29. I.	9 30′	36,3	76	75	
29. I.	4	36,8	72	75	Fortschreitende Genesung.
30. I.	10	36,4	72	75	
30. I.	4	36,5	68	65	
31. I.	4 15′	36,3	80	80	

Datum	Zeit	Temp.	Puls	Blutdr.	Bemerkungen.
1. II.	9h 30′	36,2	64	75	
2. II.	9 45′	36,0	68	65	
2. II.	4	36,7	72	70	
4. II.	12 30′	36,2	68	80	Es wird feste Kost gereicht.
6. II.	3 45′	36,3	80	75	
8. II.	5 15′	36,4	88	90	
10. II.	5 30′	37,1	72	90	
18. II.	4 15′		72	135	Pat. durfte diesen und die früheren Tage aufstehen.
22. II.	4 30′	36,1	90	115—125	Am 23. II. Entlassung.

Elisabeth Maisch, 38 J. Taglöhnerin. Diagnose: Typhus abdominalis recidiv.

Pat. kam mit den Erscheinungen von Typhus ins Krankenhaus. Aufnahmestatus vom 23. I. 01: Gut genährte Patientin. Temp. febril., Thorax ohne Bes.; geringe bronchitische Geräusche. Herz 0 pathol. Befund. Abdomen weich, nirgends druckempfindlich. Wenige Roseolen. Milz vergrößert, palpabel, Urin wenig Alb., Puls dikrot, regelmäßig.

Datum	Zeit	Temp.	Puls	Blutdr.	Bemerkungen.
24. I.	4h 50′	37,8	100	60	
25. I.	10 05′	38,5	92	70	
26. I.	10 40′	37,4	88	65	
26. I.	4 40′	38,3	96	70	
27. I.	12	36,6	96	70	
28. I.	9 05′	38,3	100	65	
28. I.	4 40′	39,2	108	45	10 Min. vorher ein Bad von 28° C., darauf Körpertemperatur 37,6° C. Pat. atmet kurz und oberflächlich. Obj. r. h. & 4 querfingerbreit Dämpfung. Atmung abgeschwächt.
29. I.	9	38,4	100	70	
29. I.	4 30′	38,7	108	70	Vor ½ Stunde ein Bad. (Körpertemp. 37,6° C.)
30. I.	9 30′	38,7	100	80	Schmerzen an einer erweiterten Vene des rechten Oberschenkels. Herzaktion beschleunigt.
30. I.	5 35′	38,6	116	70	
31. I.	3 45′	38,3	100	75	Sanguinolentes Sputum. An der Dämpfungsstelle bronchiales Exspirium. Chin. sulf. 2 × 0,5 g.
1. II.	9 45′	38,0	88	70	Kurze Hustenstöße BD. — 80 mm.

Datum	Zeit	Temp.	Puls	Blutdr.	Bemerkungen.
1. II.	4h	38,8	88	70	Auch bei Inspir. Bronchialatmen über der erkrankten Partie.
2. II.	9 15′	37,0	92	75	
2. II.	3 45′	37 6	88	75	Subj. Besserung. Obj. Dieselben Zeichen der Pneumonie.
4. II.	10 30′	36,6	96	75	
4. II.	4 15′	37,9	108	65	
5. II.	5	37,0	88	80	Phlebitis vorüber. Vene noch erweitert und geschlängelt; R. h. intensive Dämpfung, fühlbarer Stimmfremitus. Am Abend vorher 2 × 0,5 g. Chin. sult.
6. II.	10	37,5	100	60	
6. II.	4 20′	37,8	100	70	Schmerzen in der Kniekehle. Feuchte Einwicklung.
8. II.	10 40′	36,8	104	75	
14. II.	10 30′	36,6	92	75	
15. II.	5 30′	38,0	124	65	Das Chinin wird weggelassen; täglich lauwarme Bäder.
17. II.	10 30′	37.9	116	65	
20. II.	5	37,7	100	65	Puls klein.
21. II.	4	38,7	108	65	„ „
23. II.	10 35′	37,2	100	70	
26. II.	6	36,9	84	70	
1. III.	11	37,0	88	75	Chininwirkung.
8. III.	12	36,3	76	65	Pat. versuchte aufzustehen; Übelkeit, Schwächegefühl m. profus. Schweißen.
25. III.	10 10′	36,6	78	65	
			100	75	Im Sitzen.
29. III.	4	37,3	92	75	Inzwischen Aufstehversuche von besserem Erfolge; r. h. u. noch knapp handbreite Dämpfung und schwaches Vesiculäratmen.
1. IV.	9 45′	36,4	88	80—85	Am 2. IV. entlassen.

Karl Hornung, 18 J., Schiffer. Diagnose: Typhus abdominalis (Strumitis typhosa).

Datum	Zeit	Temp.	Puls	Blutdr.	Bemerkungen.
19. I.	4h	39,3	84	70	Kurz vorher ein Bad.
22. I.	10	38,4	104	105	
22. I.	4 15'	39,4	92	85	
23. I.	9 15'	38,4	92	110	
24. I.	9 30'	37,5	84	115	Subj. Wohlbefinden.
24. I.	4	38,8	84	110	
25. I.	4 40'	36,1	68	95	
26. I.	11	37,2	80	80	
26. I.	4 20'	39,6	112	90	Kurz zuvor ein Einlauf.
27. I.	12	36,7	76	95	
28. I.	4 30'	37,5	88	95	
29. I.	9 40'	36,9	72	85	
29. I.	5 30'	36,6	80	95	
30. I.	10	36,3	68	105	
30. I.	4	36,5	76	105	
31. I.	9 20'	36,8	80	100	
31. I.	4	36,4	76	95	
1. II.	9 00'	36,7	72	95	
2. II.	9 15'	37,0	72	95	
2. II.	4 10'	36,5	84	105	
4. II.	9 30'	36,2	72	100	
4. II.	4 15'	36,5	76	100	
6. II.	4 30'	36,5	76	100	
8. II.	4 25'	36,5	88	105	
10. II.	4 05'	36,2	72	100	
15. II.	4 35'	36,5	80	100	
11. III.	9 20'	36,5	68	90	
2. IV.	4 15'	—	84	105	

Wendelin Schmidt, 17 Jahre. Diagnose: Typhus abdominalis, Decubitus Erysipelas migrans p. vuln.

Dieser Pat. gestattete wegen der Schwere der Erkrankung während der heftigsten Fieberattacken nur spärliche Beobachtungen. Bei hochfebriler Temperatur (40,2°) und Puls 120 war der BD. zwischen 70 und 80 mm. Als Rekonvalescent zeigte Pat. einen Blutdruck von 110—115 mm Hg. Eine Messung in Rückenlage im Bette ergab bei fortschreitender Gesundung BD. — 95 mm Hg., Temperatur 37,1°, Puls 84. Aufsitzen im Bett BD. — 120 mm Hg. Vor der Entlassung ist BD. bei 96 Pulsschlägen und normaler Temperatur 100—105 mm Hg.

Peter Bartscherer, 34 J., Taglöhner.

Diagnose: Typhus abdominalis; Perforation; Herztöne rein, II. Töne etwas schwächer als die I. Puls exquisit dikrot.

Datum	Zeit	Temp.	Puls	Blutdr.	Bemerkungen.
27. II.	5h	39,4	104	85	
28. II.	11 30′	38,0	100	100	2 × 0,5 g. Chinin. sulfur.
28. II.	11 30′	37,8	96	95	Vor ½ Stunde ein Bad.
28. II.	4 10′	39,8	100	100	Pat. fror nach dem Bade. Glühwein.
1. III.	10	39,3	120	70–75	Verdacht auf Perforat. Ad for. chirurgic.

Margarethe Reineck, 18 J., Fabrikarbeiterin. Diagnose: Typhus abdominalis; Bronchitis diffusa grav.

Status vom 17. II.: Gut genährtes Mädchen. Leichte Cyanose, leichte Benommenheit. Atmung keuchend. Herzdämpfung normal. Aktion stark beschleunigt, aber regelmäßig, Töne rein. Lungen: nirgends Dämpfung. Reichliches Giemen. Pfeifen, verlängertes Exspirium.

Datum	Zeit	Temp.	Puls	Blutdr.	Bemerkungen.
19. II.	12h	38,5	120	75	Die Cyanose hat etwas abgenommen.
19. II.	5 30′	40,1	116	75	Vor dem Bad.
19. II.	5 55′		100	65	Auf 28° C. abgekühltes Bad. Abgießung (26° C.)
19. II.	6 00′	37,8		60	
	6 45′	39,2	100	70	
20. II.	12 30′	39,6	100	75	
20. II.	4 30′	39,5	112	90	Cyanot. Verfärbung des Gesichts. Erschwerte Expektoration d. Sput.
21. II.	3 40′	38,9	108	60	Für das Gefühl der Puls eher etwas kräftiger. 2 × 0,5 g. Chinin.
22. II.	9 40′	37,0	88	100	
22. II.	5 30′	37,8	88	90	Kurz vorher lauwarmes Bad.
23. II.	10 15′	39,6	96	80	Pat. schläft viel; fühlt sich besser und ist zugänglicher.
23. II.	6	38,7	84	75	24. II. 2 × 0,5 g. Chinin.
25. II.	4	38,0	72	85	Pat. hat nur wenig von Chinin bei sich behalten.
27. II.	12 30′	37,6	84	75	Pat. schläft viel, im Halbschlaf gemessen.
27. II.	5 30′	39,7	84	50	7 Min. langer Schüttelfrost, jäher Temperaturanstieg.
28. II.	12	36,9	68	90	Chinin! Schweiße (Miliaria-Erupt.).

Datum	Zeit	Temp.	Puls	Blutdr.	Bemerkungen.
28. II.	4h 45′	37,1	68	85	Subj. Besserung.
1. III.	4 30′	36,8	80	85	
3. III.	12	36,2	64	70	
4. III.	11	36,0	60	70	
7. III.	11	36,7	64	65	Einlauf.
8. III.	12	36,0	60	75	Chinin.
			76	90	Sitzend nach passivem Erheben des Oberkörpers.
12. III.	11 15′	39,4	100	75	11. III. Chinin.
12. III.	11 45′	—		45—50	28° C. Bad. Puls sehr klein. Die Temperatur sank auf 37,6°.
12. III.	4 30′	37,8	100	70	Um 3h 45′ ein Bad.
13. III.	11 15′	38,4	100	90	Vor 2 Stunden ein Bad.
13. III.	4	40,0	112	85	
14. III.	11	39,3	112	100	Chinin.
14. III.	6 30′	39,0	108	90	
16. III.	11 05′	38,2	100	95	Chinin $2 \times 0{,}5$!
16. III.	6 30′	39,0	100	90	17. III. Chinin.
18. III.	11	38,0	96	100	
19. III.	12	37,0	80	90	
	5	38,4	104	85	Schweiße.
20. III.	5	37,4	88	110	Chinin.
22. III.	11	36,5	76	95—100	Pat. schläft.
23. III.	12 15′	37,3	84	90	
26. III.	4 15′	36,4	84	95	Subj. u. obj. Besserung. Kein Alb. im Urin.
27. III.	5	36,9	76	80	Keine Wirkung der Chiningabe.
28. III.	10 15′	36,0	72	80	
29. III.	4 30′	36,0	80	75	
31. III.	12	36,2	76	75	
1. IV.	10	36,0	60	75	Andauerndes Wohlbefinden.
23. IV.	9 45′	36,4	96	75—80	Bis zum 23. IV. konnte aus äußern Gründen der Druck nicht gemessen werden.
27. IV.	8 45′	37,1	88	100	
			100	110	Pat. ist aufgestanden. 29. IV. Entlassung.
12. VI.			91	95 90	6 Wochen später, in Ruhelage auf dem Rücken. Pat. ist völlig gesund und arbeitsfähig.

Diskussion: Bei allen Typhusfällen finden wir einen während des Fiebers herabgesetzten Blutdruck. Aus dem Blutdruckwert an

sich läßt sich auf die Schwere des Krankheitsfalles nicht schließen. Wo keine stärker wirkende Reize als die Temperaturänderung stattfinden, folgt bei Temperaturabfall ein Ansteigen des Blutdruckes. Ein ebenfalls konstantes Verhalten finden wir den Blutdruck gegenüber den kalten Typhusbädern annehmen, nämlich eine negative Blutdruckschwankung bis zu 35 mm Hg. Ein Schüttelfrost erniedrigt den BD. rapid. Chinindarreichung wirkt im blutdrucksteigernden Sinne, und zwar anscheinend nur so lange die Temperatur labil ist. In der Rekonvalescenzzeit steigt der Blutdruck bei den ersten Bewegungsversuchen etwas über die Norm, stellt sich dann aber wieder auf gute Mittelwerte ein.

Im Plane meiner Arbeit lag es, wie schon erwähnt, keineswegs direkte Untersuchungen über die Wirkung medikamentöser Präparate auf den Blutdruck anzustellen. Die Wahrnehmung eines Einflusses des Chinins auf den Blutdruck bei Typhuskranken veranlaßte mich aber doch, einmal zuzusehen, wie der Blutdruck eines Gesunden sich gegenüber diesem Medikamente verhalte. Zu diesem Ende suchte ich ein Individuum aus, das in Bezug auf den Cirkulationsapparat und andere denselben möglicherweise beeinflussende Organe völlig gesund war und sich unter gleichen äußeren, streng kontrollierbaren Bedingungen befand; ich wählte einen an multipler Herdsklerose leidenden Mann aus, der sich stets in ruhiger Rückenlage im Bette befand und bei dem jegliche sonstige Einwirkung während der Versuchszeit unterblieb.

Nikolaus Reis, 36 J.

Cor.: normal, ebenso Pulmones. Puls kräftig ohne Besonderheiten.

Datum	Zeit	Temp.	Puls	Blutdr.	Bemerkungen
29. VI.	11h 45′	36,2	72	100	Pulskurve Fig. 10.
	3 30′		76	95—100	Um 3h 45′ und 4h 15′ jeweils 0,5 gr. Chin. sulf.
	4 20′		72	120	Kurve Fig. 10a.
	4 45′		68	110	„ „ 10b.
	5 20′		68	100	„ „ 10c.
30. VI.	4 20′	36,3	68	105	„ „ 11.
	4 30′				0,5 gr. Chin. sulf.
	4 55′		68	110—115	
	5				0,5 gr. Chin. sulf.
	5 30′		64	120	Fig. 11a. Auch palpator. ist der Puls gespannter.

Datum	Zeit	Temp.	Pnls	Blutdr.	Bemerkungen.
30. VI.	5h 40′		68	90	Der Pat. fühlt sich wohl; etwas Kopfweh (Kongestion?), angedeutete Gehörsbeeinflussung.
	6 20′	36,7	80	70–75	
	6 30′		76	70	Fig. 11b. profuser Schweißausbruch, beschleunigter Puls, Ohrensausen; der Puls ist für die Palpation voll, weich.
1. VII.	9	36,6	64	90–95	Fig. 11c.

Diskussion: Aus diesen beiden Versuchen lernen wir, daß eine Chinindosis von 1 g den Blutdruck um 20 mm Hg. steigen macht. Im ersten Versuche ist der BD. eine Stunde nach der Pulvergabe auf ursprünglicher Höhe. Anders verläuft der zweite Versuch, wo die unangenehmen Nebenwirkungen des Chinins auftreten. Vielleicht hätte ich den Zeitintervall zwischen erstem und zweitem Versuch größer wählen müssen.

Auch hier im Anfang Blutdrucksteigerung — 15 Minuten nach dem I. Pulver 10 mm Hg, 30 Minuten nach dem II. 15 mm Hg.

Palpationsbefund und Kurve des Pulses ändern sich im Sinne einer peripheren Gefäßspannung.

40 Minuten nachher ist ein Abfall von 30 mm zu konstatieren, eine fürs erste auffallende Erscheinung. Bald trat auch eine Veränderung des Befindens ein. Profuse Schweiße (Hemd und Bettlacken sind durch und durch naß). Der BD. ist um weitere 20 mm Hg gesunken, so daß die Senkung vom Druckmaximum aus berechnet 50 mm beträgt.

Wie ein Experiment beweist dies Verhalten, was schon anderwärts (70) beobachtet ist, daß Schweiße den BD. bedeutend herabzusetzen vermögen.

Vielleicht bestätigen zahlreiche Versuchsreihen in späterer Zeit die blutdrucksteigernde Wirkung des Chinis.

Von den fieberhaften Erkrankungen war es weiter die Pneumonie, die ich in den Bereich meiner Untersuchungen zog.

Hermann Eppler, 22 J., Spengler.

Diagnose: Pneumonia croup. Pleurit. fibrinosa. Eintritt 24. I. 01. Status: Kräftig gebauter junger Mann in gutem Ernährungszustand. Hochfebril. Atmung flach. Cor.: Grenzen normal, Töne rein. Aktion regelmäßig, stark beschleunigt. Pulmones: l. h. u. Dämpfg., Bronchialatmen.

Datum	Zeit	Temp.	Puls	Blutdr.	Bemerkungen
24. I.	4h 20′	39,6	104	120	Husten: Bd. —145. Fig. 12.
25. I.	10	39,1	96	95	In der Nacht 2mal galliges Erbrechen.
25. I.	4 15′	39,7	112	75	Es sind blutige Schröpfköpfe gesetzt worden.
26. I.	4	39,5	104	100	Der Pat. war kurz vorher zu lange vom Praktikanten untersucht worden; dyspnoisches (stark exspirat.) Atmen.
27. I.	11	39,3	104	105	Die Dämpfung hat zugenommen (Links vorn IV. Rippe. hinten bis zur Spitze d. scapula); bei Husten und tiefem Atmen starke Schmerzen. Pat. hat schlecht geschlafen.
27. I.	5	39,7	108	85	Der Pat. fühlt sich subjektiv wohler.
28. I.	9 30′	39,0	108	80	Stuhlgang auf grünes Pulver; gg. Morgen 2mal Nasenbluten. Subj. weniger Beschwerden.
28. I.	4	38,8	104	80	
29. I.	4 20′	39,3	136	115	Pat. ist sehr unruhig; starke Schmerzen in der linken Seite; Atmung beschleunigt. Morph. bringt Besserung in der Nacht. Morgens plötzliche Verschlimmerung, starke Cyanose, L. überall intensive Dämpfung. Herz ½ Querfinger nach rechts verdrängt. Schweiße. Pulsjagen. Ordin. stdl. Campherinj. 0,2., Achajawein. Liqu. Ammon. anisat. c. Strophanth. Wegen des schweren Allgemeinzustandes morgens keine Tonometermessung. Nachm. noch Cyanose, aber doch Besserung der Herzthätigkeit.
29. I.	4 30′				Venaesectio an d. recht. Cubitalgegend; Entleerung von 150 ccm Blut.
29. I.	6	39,2	140	115	Pat. ist sehr unruhig. Cyanose scheinbar im Abnehmen. Herzthätigkeit beschleunigt, aber besser. Pat. sitzt, den Oberkörper erhoben.

Datum	Zeit	Temp.	Puls	Blutdr.	Bemerkungen
30. I.	10^h	39,7	128	140	Herzdämpfung nach r. bis r. Sternalrand. Pat. verweigert Arznei und Wein; Exspektor. verschlechtert, Trachealrasseln.
30. I.	4	39,7	144	150	Puls jagend. (Fig. 12 a.) Wechselnde Dyspnoe und Cyanose. Trachealrasseln. Die rechte Lunge ist ebenfalls stark ergriffen.
30. I.	4 30′				Venaesectio an der Vena median. sin. (300 ccm Blut).
30. I.	5 20′		140	125	Subjekt. Wohlbefinden. Rechte Herzgrenze weniger nach rechts verlagert. Puls weniger voll. (Fig. 12 b.)
30. I.	7 30′	38,7	156	135	Abends unruhiger. Delirien, zunehmende Cyanose; die Expektoration nimmt immer mehr ab; Kälte der Extremitäten. 2^h 30′ am. Sistierg. der Atmung. 2^h 40′ Erlöschen des Herzschlages. Anat. Diagnose: Pneumonia croup. utriusque pulm. Pleuritis fibrinosa duplex. Abgesacktes seröses Exsud. über linkem Oberlappen. Milztumor. Nephritis parenchym. Grosse fettinfiltrierte Leber. Fensterung der Pulmonalklappe.

Rosa Neugebauer, 21 J., Köchin.

Diagnose: Pneum. croup. dextr. Eintritt 26. II. 01. Status: Kräftig gebautes Mädchen. Hochfebril. Leichte Dyspnoe. Rechte Thoraxseite bei der Atmung zurückbleibend Cor: normal; I. Ton überall unrein. Aktion beschleunigt, aber regelmäßig. Pulmones: R. vorn v. d. IV. Rippe Dämpfung. Bronchialatmen; ab und zu Knistern.

Datum	Zeit	Temp.	Puls	Blutdr.	Bemerkungen
27. II.	10^h 12′	40,5	132	65—70	
28. II.	12 10′	39,6	124	90	Starke Schmerzen b. Husten; Dyspnoe; cyanot. Aussehen. Herz v. unregelmäßiger Aktion. Puls dikrot. (Fig. 13.)
28. II.	4 30′	40,1	120	105	Es wurden ordiniert: Tct. Strophanthi 3—15 gtt. Digitalisinfus 1 : 200, 0,2× stdl. — Achajawein.

Datum	Zeit	Temp.	Puls	Blutdr.	Bemerkungen.
1. III.	11h	40,6	128	100	Beschleunigte dyspn. Respiration (48 pro Minute).
1. III.	4 30′	39,9	128	100	Pat. ist unruhig. Atmung 56.
3. III.	11 35′	38,5	128	100	Cyanose vermehrt. Atmung 52. Herzdämpfung bis Mitte des Sternums nach rechts.
4. III.	11 45′	39,0	108	110	In der Nacht stärkere dyspn. Anfälle. Verschlechterung der Herzfunktion, Puls flatternd, bedrohl. Zustände. Entsprechend Excitant; Campher u. Coffeïn abwechselnd stündl. subcut. injic. — Champagner.
4. III.	4 20′	39,7	148	100	
5. III.	12	38,6	120	105	Atm. 52. Cyanose, Expektorat. schlecht
5. III.	4 45′	39,8	120	105	„ 56.
6. III.	10 20′	39,4	120	105	„ 52. Unter den Erscheinungen d. zunehmenden Herzinsufficienz erfolgt der Exitus.

Anat. Diagnose: Pneumonia croup. pulm. dextr. totius. Oedema pulm. Parenchymatöse Trübung der sonst kräftigen Herzmuskulatur. Auffallende Enge der Aorta. Nephritis parenchym. Pleuritis adhäsiva dextra.

Elise Zitsch, 21. J., Dienstmädchen.

Diagnose: Pneumonia crouposa dextr. tot. lob. post Influenz. Otitis media purul. dextr. mit Abscessbildung i. proc. mastoid. Stat: Herz: Shok an normaler Stelle; Herztöne nicht sehr laut, rein. Accent. II. Pulmonalton. Pulmones: Rh. und handbreite Abschwächung des Perkuss.-Schalles; abgeschw. Atemgeräusch.

Datum	Zeit	Temp.	Puls	Blutdr.	Bemerkungen.
1. III.	11h 30′	40,0	112	80	Atmg. 40; Expektor. schlecht; geringe Cyanose.
1. III.	4 30′	39,8	104	75	„ 40; Ordin. 3×tägl. Coffein. natr.-salic. neben Prießnitz und Bädern.
3. III.	11 45′	38,8	108	80	„ 48. Wegen großer Unruhe und Delirien Brom und Morph. muriat.
4. III.	12	39,4	114	75	„ 56. Viel Schweiße.
4. III.	4	39,4	112	75	„ 64.
5. III.	12	38,2	100	75	„ 56.

Datum	Zeit	Temp.	Puls	Blutdr.	Bemerkungen.
5. III.	4 40′	39,9	108	75	„ 60.
6. III.	10 30′	37,8	100	80	„ 48.
7. III.	12	37,9	96	75	„ 52.
8. III.	11 45′	36,2	100	75	„ 52.
9. III.	12 15′	37,5	100	80	„ 48—52. Otitis media perfor. in d. vord. unt. Mastoidforts.
11. III.	11 50′	36,4	80	80	„ 44.
12. III.	11	36,6	92	75	„ 36.
13. III.	11 30′	36,4	88	85	„ 32.
16. III.	11 15′	36,2	76	95	andauerndes Wohlbefinden.
22. III.	11	36,2	80	100	Pat. in die Ohrenklinik transferiert.

Johann Leismann, 27 J., Knecht.

Diagnose: Pneumonia croup. Eintritt 16./II. 01. Stat: Gut genährter und gebauter Mann. Fieberhaftes Äußere. Kurzatmigkeit. (35—40 pro Min.) Pulm.: Nirgends Dämpfung. Überall scharfes Vesiculäratmen. Cor: Normale Grenzen. Töne sehr leise, rein. Aktion frequent, regelmäßig. Puls kräftig ohne Charakteristist.

Datum	Zeit	Temp.	Puls	Blutdr.	Bemerkungen
18. II.	4h 30′	40,1	116	110	Schlechtes Allgemeinbefinden, Kopfschmerzen. R. vorn Dämpfg., ebenso r. h. u. bis z. Mitte der Scapula. Exspir. Knistern. Bronchialatmen. Dikroter Puls. (Fig. 14.). Ordin. Eisblase auf Kopf, Infus. Ipecac. c. liqu. ammon. anis.
19. II.	12	39,4	120	90	Benommenheit angedeutete Dyspnoe. Puls auch f. d. Palpation dikrot. (Fig. 14 a.)
20. II.	12 30′	39,5	116	90	Respiration mühsam.
21. II.	4	39,0	136	80	Herztöne sind leise. Reichl. Schweiße. Lippen cyanotisch. Schwächegefühl. Puls sehr frequent. (Fig. 14 b.)
22. II.	9	38,8	144	75	Puls äußerst frequent; Schweiße; leichte Benommenheit. Frequentes, stöhnendes Atmen. Cyanose. Dämpfung fortgeschritten. Vicariierend. Lungenemphysen. Ordin. Digitalis 1,0:180,0. 2 × stdl. Ol. Camphor. 2 stdl. 0,2.
22. II.	5 30′	37,6	128	90	

Datum	Zeit	Temp.	Puls	Blutdr.	Bemerkungen
23. II.	10 15′	38,0	128	85	Schweiß und Durst; leichte Euphorie. R. h. u. Aufhellung d. Dämpfung. Herzaktion etwas kräftiger. Dyspnoe, wenig Cyanose.
25. II.	9 30′	38,4	104	85	Dikrotie, in- und expirator. Schwanken d. Pulskurve. (Fig. 14 c.)
25. II.	4 30′	38,0	120	95	Herzaktion gekräftigt (Digitalis). Urin Spur Alb. Etw. Apathie, geringe Dyspnoe.
26. II.	9 45′	37,5	92	90	Pat. liegt relativ niedriger.
				95	Höher gelagert. Herzaktion etw. irregulär (Fig. 14 d). Leber etw. vergrößert, bis jetzt Verbrauch von Digitalis: 2 Gläs. à 180,0; dasselbe weiter, 4stdl. Campher 0,2; 2stdl. Ipecac.
27. II.	12 10′	37,0	84	100	Pat. schläft viel; nicht mehr benommen.
27. II.	5	38,0	108	85	Puls exquisit dikrot, manchmal auss.
28. II.	11 45′	37,5	96	105	Herzaktion besser; Puls regelmäßiger.
28. II.	4 30′	37,6	80	105	Puls manchmal aussetzend.
1. III.	10 07′	37,0	88	105	
1. III.	5 20′	37,0	92	85	Der Campher ist ausgesetzt worden. Keine febrile Temperatur mehr; leichte Kost. Kaum Dämpfg. im Erkrankungsbezirk. Herzaktion manchmal stolpernd. (Fig. 14 a.)
4. III.	4	37,6	88	110	Herzaktion besser. Rekonvalescenz. (Fig. 14 f.)
5. III.	12 30′	36,9	80	110	Subj. Wohlbefinden.
8. III.	11 30′	36,7	76	125	
			88	120	Pat. fühlt sich b. Aufsitzen unwohl; bekommt Schwindelgefühl.
11. III.	11	36,8	88	125	
				135	Sitzend.
13 III.	11	36,8	84	115	Pat. darf aufstehen; Aufsein bek. gut.
			96	130	Sitzend.
16. III.	10 25′	36,8	88	115	
			100	125	Sitzend. Nachm. auf Aufsein Schwächegefühl, daher muß Pat. im Bett bleiben.
18. III.	11 20′	36,6	96	100	Einfluß der Bettruhe; Pat. hat außerdem geschwitzt.
			100	110	Sitzend.

Datum	Zeit	Temp.	Puls	Blutdr.	Bemerkungen.
21. III.	11 30′	37,5	80	120	Pat. war seit 1 Stunde aufgestanden; im Liegen gemessen.
			104	140	Sitzend.
25. III.	10	36,4	96	110	
			112	125	Sitzend.
28. III.	10 30′	37,1	84	95	Pat. mußte wegen Angina follic. wieder zu Bett bleiben.
			100	115	Sitzend.
29. III.	11 07′		88	95	Sitzend; seit ½ Std. aufgestanden. Pat. hatte reichl. Stuhlentleerung (5) mit Blutbeimengungen.
				110	Nach 3maligem Auf- und Abgehen.
2. IV.			100	115	Sitzend, seit längerer Zeit aufgestanden.
23. IV.	5 05′	36,7	84	115	Wohlbefinden nach überstandener zwischenzeitl. Cystitis (Fig. 14 g).
				130	Sitzend.

25./IV. gg. ärztl. Rat die Klinik verlassen.

Diskussion: Ein ungesetzmäßiges Verhalten des Blutdruckes scheinen, vom Gesichtspunkte: „Blutdruck und Fieber", die Beobachtungen unserer Pneumoniekranken darzubieten: auf den ersten Blick deuten die Schwankungen auf einen erhöhten Blutdruck. Das ist aber nur scheinbar der Fall. Bei der Masse der Einwirkungen, des Krankheitsverlaufes an sich wie der therapeutischen Maßnahmen tritt nur selten der Einfluß der fieberhaften Temperatur auf den BD. ungetrübt hervor. Wo dies aber stattfindet, finden wir den BD. durchweg herabgesetzt. (Fall *Eppler* und *Leismann*). Wenn wir also *Hensen* völlig Recht geben müssen, daß hier eine Gesetzmäßigkeit der Schwankungskurve des Blutdruckes noch weniger als z. B. beim Typhus nachweisbar ist, so wollen wir nicht, wie es gen. Forscher thut, so apodiktisch sagen: „Die Temperatur gehört nicht zu den blutdruckbeherrschenden Faktoren".

In hervorragendem Maße ist der Blutdruck bei den Pneumoniekranken abhängig von Cyanose und Dyspnoe, wie überhaupt Krankheiten des Thoraxraumes durch die Modifikation der Atembewegungen ihren besonderen Einfluß geltend machen. Diese Einflüsse äußern sich in Blutdrucksteigerung.

Die Größe des Blutdruckwertes läßt keine Prognose auf den Verlauf der Pneumonie zu. Denn wie einerseits Fälle mit bedeutend

erhöhtem Blutdruck (*Eppler*, *Neugebauer*) den Exitus nahmen, so genasen andererseits solche mit erniedrigtem Blutdruck (*Zitsch*). Bei relativ niedrigen Blutdruckwerten können sich die Patienten subjektiv wohl befinden.

Wohl aber lassen sich Anhaltspunkte für das therapeutische Handeln gewinnen: denn Campher, Coffeïn, Strophanthus, Digitalis, Südwein und Champagner erhöhen den erniedrigten Blutdruck frappant.

Ungemein hoher Blutdruck bei Verschlechterung des Allgemeinbefindens kann zu blutdruckherabsetzenden Mitteln greifen lassen. So brachte im Falle Eppler, der nach dem gesamten Krankheitsbild zu urteilen, durch Erstickung infolge zu ausgedehnter pneumonischer Infiltrate zu Grunde ging, eine ergiebige Venaesectio Absinken des Blutdruckes und Besserung des Allgemeinbefindens. Objektiv verkleinert sich die nach r. verbreiterte Herzdämpfung. Daß es die CO_2-Intoxikation ist, die den Blutdruck hoch hält, geht auch daraus hervor, daß Ableitung auf die Haut (Schröpfköpfe) eine rapide Senkung des Blutdruckes veranlaßt; denn nunmehr findet durch erleichterte Atembewegungen eine bessere Arterialisierung des Lungenblutes statt.

Die fortschreitende CO_2-Intoxikation erhöhte wiederum den Blutdruck, schließlich lähmte sie das Respirationscentrum. Denn im Falle Eppler sistierte die Atmung, bevor das Herz, durch Excitationsmittel lange resistent gemacht, stille stand. Ähnlich liegt der Fall Neugebauer; der Tod erfolgte, trotz hohen Blutdruckes bis kurz vor dem Ende, durch Herzschwäche.

Die Coffeïnwirkung äußert sich im Falle Zitsch nicht in einer Erhöhung der Tonometerwerte, wofür entweder die Sedativa oder die Schweiße zu beschuldigen sind.

In der Rekonvalescenzzeit scheint, nach der Blutdruckhöhe geurteilt, das Herz unzweckmäßig zu arbeiten: trotzdem die Excitantien lange ausgesetzt sind, zeigt der Fall Leismann in der Genesung eine relativ hohe Blutdruckziffer. Offenbar zügelt der Nervenapprat des Herzens nicht genügend dessen Thätigkeit. Das scheint aus folgendem hervorzugehen: Als der Patient Leismann behufs Tonometerbestimmung im Sitzen für kurze Zeit eine ihm ungewohnte Stellung einnehmen soll, bekommt er Schwindel und Gefühl des Unwohlseins. Der Blutdruck ist im Sitzen erniedrigt, das einzige Mal während meiner sehr zahlreichen diesbezüglichen Messungen. Diese Erscheinung finde ich durch *Stokes*[1]) erklärt: derselbe sah z. B. im Fleckfieber,

[1]) cit. nach *Romberg* & *Pässler* (89) p. 653.

daß ein rasches Erblassen beim Aufsitzen oft wirklichen Kollapsen vorausging; er faßte den Zusammenhang dieses Erblassens als Cirkulationsstörung bedingt durch Herzschwäche auf.

Im folgenden gebe ich nunmehr meine tonometrischen Beobachtungen an fiebernden Phthisikern wieder.

Richard Lude, 21 J., Maurer. Diagnose: Phthis. pulmon. utriusque lat. Hämoptoë.

Datum	Zeit	Temp.	Puls	Blutdr.	Bemerkungen.
11. III.	10h 30′	37,1	100	90	
	4	39,1	112	105	Pat. hat starke Schmerzen in der linken Glutäalgegend. Obj. Druckempfindlichkeit.
12. III.	9 30′	36,9	88	90	
13. III.	9 30′	37,4	100	85	
14. III.	10 30′	37,2	96	95	
15. III.	9	36,7	96	95	

Remelius, 28. J., Friseur. Diagn.: Phthisis pulm. sin.

12. III.	9 30′	37,7	88	65	Puls wenig kräftig.
	4 15′	38,8	100	75	
13. III.	9 45′	37,4	92	70	
13. III.	5 15′	38,3	96	80	

Susanna Rostock, 18 J., Dienstmädchen. Diagnose: Phthisis pulm. et enterum.

11. III.	10 15′	37,8	92	85
	4	38,6	112	85
12. III.	10	38,8	96	80
12. III.	4	39,1	112	85
13. III.	9 30′	38,0	88	75
	5 30′	38,4	100	75
14. III.	10 40′	37,4	88	85
16. III.	9 15′	38,3	88	75
18. III.	10 25′	37,7	84	90

Amanda Hornung, 22 J., Ladnerin. Diagnose: Phthisis pulm. (bronchopneumon. Form. Cavernen bes. im linken Oberlappen).

Datum	Zeit	Temp.	Puls	Blutdr.	Bemerkungen.
21. II.	10h 10′	37,8	108	95	
22. II.	10 10′	38,1	112	85	Hustet: BD. = 115.
22. II.	6 15′	39,2	120	85	
23. II.	9 30′	37,7	104	65	
11. III.	10	38,3	120	100	
11. III.	4	38,1	104	105	
12. III.	9 45′	38,4	120	105	Excitantien.
12. III.	4	38,4	120	105	
13. III.	9 35′	37,4	118	115	
13. III.	5 30′	38,4	120	120	kurzatmig.
14. III.	10 30′	37,9	108	110	Hustet: 130—140 mm.
14. III.	5 40′	39,5	120	130	Atmung 52. Sehr cyanot. Aussehen.
18. III.	10 15′	37,8	116	105	Immer noch Herzmittel.

Lina Bess, 24 J., Fabrikarbeiterin. Diagnose: Phthisis pulmon. utriusque lateris. Hämoptoe.

21. II.	10 20′	36,8	100	80	Puls klein und dünn.
22. II.	10 25′	36,7	104	95	
23. II.	9 40′	37,2	92	85	
11. III.	10	39,1	108	90	Tct. Strophanthi 3 × 8 gtt.
11. III.	4	37,8	92	100	
12. III.	9 50′	38,9	104	85	
12. III.	4	39,8	112	70	
13. III.	9 30′	38,4	88	75	
13. III.	5 30′	37,8	100	90	Excitantien. Dyspnoe.
14. III.	10 45′	38,6	104	90	
16. III.	9 25′	36,3	112	90	
18. III.	10 30′	37,9	108	90	

Diskussion: Die beobachteten fiebernden Phthisiker zeigen Blutdruckwerte, die teils innerhalb der physiologischen Grenzen liegen, teils und der Mehrzahl nach subnormale sind. Irgend welche, aus Änderungen der Temperatur erklärbare Blutdruckschwankungen konnte ich kaum beobachten. Es hat den Anschein, als ob das Herz mit seinem Nervenapparat während der langen Erkrankung sich an die

Toxinwirkung accomodiert und eine prompte Reaktionsfähigkeit eingebüßt habe. Die niedrigen Blutdruckwerte lassen sich aus Zuständen der Herzinsufficienz erklären. Dysponische Atmung steigert auch hier den Blutdruck rapide, ebenso wie Hustenparoxysmen.

Von einer Anregung *Zadek*'s ausgehend beobachtete ich auch die Schwankungen bei Meningitis verschiedener Abkunft, wo bekanntlich neben stark schwankenden Temperaturgraden wechselnde Zustände der Pulsfrequenz, bald hochgradige Beschleunigung, bald exquisite Verlangsamung stattfinden.

Georg Weiher, 18 J., Fabrikarbeiter.

Diagnose: Meningitis cerebro-spinalis purulenta. Otitis media sin. purul. chronica mit Cholesteatombildung.

Datum	Zeit	Temp.	Puls	Blutdr.	Bemerkungen.
28. I.	10^h	40,9	120	85—90	Herzaktion erregt; Töne rein; Puls regelmäßig. Ordin.: Eisbeutel auf den Kopf; unguent. ciner. auf den Nacken. Operation geplant.
28. I.	7	36,9	92	110	Pat. ist stark unruhig; deliriert, schlägt um sich, beißt etc.
29. I.	10	36,7	88	100	Auf Morphiuminjektion in der Nacht ruhiger.
29. I.	12 15′			90	Nach der Lumbalpunktion (H. Geh.-R. Erb.) 25 ccm dicken fötiden Eiters entleert. Pat. ist ruhiger, nimmt flüssige Nahrung zu sich.
29. I.	4 25′	40,1	100	95—100	Mit steigender Temperatur Zuckungen von klon. Beschaffenheit. Unruhe. Mühsame Exspirationen.

In der Nacht $5^h 45'$ Exitus. Die Temperatur ist beim Exitus 41,1° und hat 2 Stunden post mortem noch eine Höhe von 40,0.

Adam Bleiler, 18. J., Kutscher.

Diagnose: Meningitis cerebro-spinalis acuta tbc.?

Der Pat. war am 15./II. 01 wegen Pleuritis exsudativa dextra ohne sonstige Erscheinungen in die Klinik aufgenommen worden. Dieselbe heilte ab, Spitzen frei. Herzaktion bei normalem Befund gut.

Seit dem 29./III. war aufgefallen, daß der Puls ohne aufzuklärende Ursache sehr frequent war. Aus diesem Grunde tonometrische Beobachtung.

Datum	Zeit	Temp.	Puls	Blutdr.	Bemerkungen.
29. III.	11h	36,7	104	85	
			120	95	Sitzen. Der Puls ist ein frequens mollis (Fig. 15).
29. III.	4		120	95	Seit 3h aufgestanden.
			140	90—95	Nach 3maligem Auf- und Abgehen im Zimmer (Fig. 15a).
30. III.	10 40′	36,7	104	85	Vom 4.—23. III. wegen Exacerbation der Pleuritis zu Bett. Wiederum Wohlbefinden.
			120	95	Im Sitzen.
2. IV.	5	36,9	136	80	Nach 4½stündigem Aufsein.
3. IV.	4 50′	36,8	100	80	

Am 6. IV. entlassen. Cor: Mam.-Linie nach r. etw. verbreitert. Epigastr. Pulsation. Puls beschleunigt, regelmäßig.

Am 28. V. 01 wird Pat. in somnolentem Zustande in die Klinik gebracht. Gesicht gerötet, mit Schweiß bedeckt. Cor: normale Grenzen; Aktion kräftig, regelmäßig. Töne rein, laut. Pulmones: normaler Schall. R. supra- und infraclav. Gruben eingesunken und Schall abgeschwächt. Verschärftes In- und Exspirium. Pupillen schwach reagierend, Nackenstarre; Dermographie; Puls kräftig, nicht beschleunigt.

Datum	Zeit	Temp.	Puls	Blutdr.	Bemerkungen
29. V.	11h 40′	38,0	88	125	Pat. ist völlig soporös. Nackenstarre. Mäßig mit Schweiß bedeckt. Puls (Fig. 15b).
29. V.	6 30′	38,4	96	125	Beständig Singultus. Ordin.: Heisses Bad von 40° C. 10 Min. Dauer; Ungt. ciner. in den Nacken.
30. V.	12 30′	38,5	104	100—105	Nackensteifigkeit zurückgegangen. Sensorium besser.
31. V.	11 30′	38,2	100	110	Nackenstarre hochgradiger.
1. VI.	12 25′	38,6	108	95	Subj. Besserung. Sensorium freier.
1. VI.	6 30′	38,4	116	95	

Datum	Zeit	Temp.	Puls	Blutdr.	Bemerkungen.
2. VI.	12	37,8	112	140	Während der Messung wird Pat. plötzlich über und über blau — Cyanose.
	12 10′		92	115	
4. VI.	11	38,1	92	105—110	Große motor. Unruhe, Nacken mäßig steif.
5. VI.	11	37,6	76	110	Pat. ist ruhiger.
6. VI.	10	37,7	116	120—125	Z. Z. dieselbe cyanot. Verfärbung; Andeutung von *Cheyne-Stokes*'schem Atmen. Motor. Unruhe. Lumbalpunktion negativ.
7. VI.	10	37,4	140	115	Völlige Benommenheit; Puls klein flatternd.
				95	Phase ruhigen Atmens (Fig. 15c).
				90	Kleine Atmungsphase (Fig. 15d) *Cheyne-Stokes* Atmen.
				115—120	Große Atmungsphase (Fig. 15e). Deutliche Differenz der In- und Exspirationsphasen (Fig. 15f).
				90	Inspiration.
				105—110	Exspiration.
8. VI.	9	37,4	136	95	Kleines Atmen } *Cheyne-Stokes.*
				125	Großes Atmen } Comatöser Zustand, reagiert nicht auf Kneifen xx.
	11	37,3	160	75—80	Ständiges Coma; Dyspnoe. Trachealrasseln. (Fig. 15g).
9. VI.	3 30′	37,4	174	55—60	Stark beschleunigte Respiration (90 pro Minute). Cyanose, kalter Schweiß; Pupillen reagieren nicht, ad maxim. erweitert. Puls hochgradig beschleun., filiform.
10. VI.	6h am	Exitus.			Anat. Diagnose: Allgem. Miliartbc. Tbc. Myocarditis d. r. Ventrikels. Meningitis cerebro-spinalis tbc.

Diskussion: Der eine Meningitisfall (Weyher) zeigt keine Abhängigkeit seiner Blutdruckschwankung, weder von der Temperatur noch der Pulsfrequenz; wir beobachten trotz der Schwere des Allgemeinzustandes keinen erniedrigten Blutdruck. Vielleicht erklärt sich das aus der motorischen Unruhe bezw. der dabei auftretenden Muskelaktion, zumal andere Ursachen wie die Gehirndruckverhältnisse un-

kontrollierbar sind. Die Lumbalpunktion äußert keinen nachdrücklichen Einfluß auf den arteriellen Druck.

Besonders interessant nach dem ganzen Krankheitsverlauf erscheint der Fall Bleiler, zumal derselbe lange vor Ausbruch der Meningitis in tonometrischer Beobachtung stand. Der Blutdruck des Pleuritis-Rekonvalescenten betrug 80—95 mm Hg; demgegenüber ergiebt die Tonometermessung zur Zeit der Meningitis eine Erhöhung um 30 bezw. 45 mm Hg.

Trotz der hohen Temperaturgrade, trotz des soporösen Zustandes, trotz der Schweiße, allen den Momenten, die den Blutdruck mehr oder weniger herabsetzen, bleibt der Tonometerwert ein relativ hoher (125 mm Hg.).

Ob diese Erhöhung durch den Muskeltonus oder, was etwas für sich hätte, durch Reize von der Hirnrinde aus veranlaßt wird, läßt sich nicht entscheiden. Die Nackenstarre scheint einen Einfluss auszuüben, weil mit ihrem Nachlassen ein Zurückgehen des Druckwertes zu beobachten ist. Die Pulsfrequenz scheint nicht zu den Faktoren zu gehören, die bei der Meningitis den Blutdruck beherrschen. Was die möglichen reflektorischen Einflüsse anbelangt, wie z. B Hauthyperästhesie, so kann dieselbe bei unseren Patienten ausgeschlossen werden; denn diese war nie vorhanden.

Freieres Sensorium und subjektive Besserung trifft mit niedrigen Blutdruckwerten zusammen.

Dyspnoische und cyanotische Zustände steigern auch hier den arteriellen Druck erheblich und momentan mit ihrem Einsetzen. Interessant ist die Blutdruckschwankung beim Auftreten des *Cheyne-Stokes*'schen Atmungstypus: das „große" Atmen ist von einer Erhöhung begleitet.

Das unmittelbare und nachhaltigste Absinken des Blutdruckes war ein frühzeitiges Zeichen der Katastrophe (nach ca. 12 Stunden der Exitus). Ein Befund der Autopsie dürfte, weil interessant für die Epikrise, herangezogen werden. Ich hatte erwähnt, daß ich den Patienten wegen des auffallend beschleunigten Pulses in die Reihe meiner Beobachtungen aufgenommen hatte: der Blutdruck wies zu dieser Zeit keine besondere Schwankungen auf. Nach dem seltenen anatomischen Befund der tuberkulösen Myocarditis könnte daran gedacht werden, daß durch sie eine Läsion des Herznervenapparates und dadurch die Tachykardie veranlaßt war.

Nicht unwichtig dürften für die Frage nach der Abhängigkeit der Blutdruckschwankungen vom Fieber nachfolgende Fälle von Sepsis sein.

Anton Martin, 41 J., Weichenwärter. Diagnose: Sepsis univers. Vereiterung der linken Axillardrüsen mit Infiltration der Umgebung nach Panaritium des linken Zeigefingers.

Eintritt 3. II. 01.

Fieber, Frieren wenige Tage nach der Verletzung.

Status: Kräftig gebauter, gut genährter Mann in hochfebrilem Zustand; Sensorium benommen. Linke Axillardrüsen am linken Arm gerötet, schmerzhaft. Eitrig schimmernde Risswunde am linken Zeigefinger. Thorax: O Pathol. Herzaktion erregt, mäßig kräftig; Töne rein, leise. Grenzen normal. Milz perkussorisch vergrößert, nicht palpabel. Im Urin reichlich Albumen.

Datum	Zeit	Temp.	Puls	Blutdr.	Bemerkungen.
3. II.	4h 45′	40,9	128	105	Puls dikrot. Eisbeutel auf Kopf und Herz. Wein, Cognacmixtur. Chirurg. Behandl. der lokal erkrankten Stelle.
4. II.	10 15′	40,0	132	45	Aussehen matt, Zunge schwarzbraun, belegt und trocken. Puls klein, regelmäßig. Herzgrenzen verbreitert 1½ Querfinger nach l.; nach r. bis z. r. Sternalrand. Oben Grenze scheinbar an der II. Rippe beginnend. Herztöne leise, entfernt zu hören, Atmung beschleunigt. Pulmones l. h. u. r. h. Dämpfung und Bronchialatmen.
4. II.	12 30′	39,5	112	55–60	Nach leichtem Collaps sind Excitantien gegeben worden.
4. II.	4	39,2	120	45	Aspirin hat keine Einwirkung auf die Temperatur. 2 stdl. 0,2 Camphor. Weiterer Verfall.
	10 15′	Exitus			

Marie Feuling, 23 J., Dienstmädchen. Diagnose: Sepsis, Bronchitis diffusa. Infiltrat. lob. inf. dextr.

Aus der Frauenklinik transferiert. 11. III partus. Bis 19. III. normales Wochenbett. Plötzlich Schüttelfrost, hohes Fieber. Da keine Anhaltspunkte für Sepsis vorlagen, wird an Miliartbc. gedacht.

Status praes: Stark reduziertes Mädchen, fieberhaftes Aussehen. Cor.: Regelmäßige Grenzen, Töne mit Ausnahme des I. Pulmonaltones rein; Aktion beschleunigt.

Pulmones: 0 Dämpfg.; spärliche Rasselgeräusche. Bellender trockener Husten.

Abdomen: Weich, nicht druckempfdl. Leber und Milz vergrößert. Nervensystem: 0. Ordin: Eisbeutel aufs Herz. Aspirin 3 × tägl. 0,5 g — Reichl. Wein· Codein. phosphoric. 3 × 20 gtt.

Datum	Zeit	Temp.	Puls	Blutdr.	Bemerkungen.
27. III.	10h	37,4	145	55	Starke Schüttelfröste von ½—1 stdg. Dauer. Puls enorm frequent, fadenförmig. Zw. Schüttelfrösten Euphorie.
30. III.	12	35,8	120	75	Excitantien. Beginnender Decubitus. Dünne Stühle ins Bett. Puls dikrot. (Fig. 16.)
31. III.	12	36,9	132	65	
1. IV.	12	38,2	ca. 160	70	Zw. 10 u. 11h starker Frost. Atmg. 56. Dyspnoe. Excitantien. Um 11h Morphium wegen Aufregungszuständen. Profuse Diarrhoën.
1. IV.	3 30′	37,4	138	65	Fig. 16a.
2. IV.	6	37,0	132	65—70	Wegen Unruhe 3 × ½ Spritze Morph. anstatt Codein.
3. IV.	9 40′	36,2	116	70	Große Unruhe unter zunehmendem Verfall.
5. IV.	5 30′	Exitus.			In der Zwischenzeit aus äußern Gründen keine Messung möglich.

Diskussion: Beim Falle Martin finden wir innerhalb 18 Stunden bei fortschreitender Sepsis einen Blutdruckabfall von 60 mm Hg. Der Druck steigt einmal bei einem Temperaturabfall von 10° um 10—15 mm Hg, sinkt aber dann wieder und behält ein tiefes Niveau. Die Prognose auf baldigen Exitus, die ich nach diesem Befunde stellte, wurde als richtig bestätigt. Ähnlich liegen die Verhältnisse im anderen Falle (Sepsis puerperalis). Bei energischen Schüttelfrösten ist der Blutdruck erniedrigt; im übrigen bleibt er bei subfebriler Temperatur subnormal. Auch hier steigert die Dyspnoe den Blutdruck. Ein gesetzmäßiges Verhalten zur Pulsfrequenz ist nicht erkennbar. Die Vermutung, daß der Decubitus in Beziehung zum schlechten Verhalten des Blutdruckes steht, der eine genügende Gewebeernährung nicht mehr zuläßt, mag nur als solche ausgesprochen sein. Des weiteren können die profusen Diarrhoën als blutdruckerniedrigendes Moment in Betracht gezogen werden.

Die tonometrischen Beobachtungen eines an Hitzschlag Erkrankten möchte ich hier mitteilen, obwohl ich mir bewußt bin, daß

nach den Erwägungen *Krehl's* (91) eine Identifizierung mit einem Fiebernden keineswegs gemacht werden darf.

Jakob Füger, 41 J., Knecht. Diagnose: Hitzschlag.

Der Patient war an dem sehr heißen Nachmittag des I. VI. auf dem Felde beschäftigt: seit Mittags, wo er einen Teller Suppe aß, hat er nichts mehr außer ½ Fl. Bier genossen. Plötzlich brach er bewußtlos zusammen. Die Dauer der Bewußtlosigkeit unbekannt. Pat. wird im Zustand der Benommenheit in die Klinik gebracht. Kein Erbrechen, Kopfschmerzen, Gefühl starker Hitze. Erste Temperatur 39,1° (5h 30′ pm.), nach kühlem Bade 37,7° C.

Datum	Zeit	Temp.	Puls	Blutdr.	Bemerkungen.
1. VI.	6h	37,7	48	85	Pat. noch etw. benommen; Urin wird pr. Katheter entnommen. Puls für die Palpation weich.
2. VI.	12 15′	36,5	60	100	Ordin. Eisbeutel auf den Kopf.
4. VI.	10 45′	36,2	60	100—105	
5. VI.	11	36,2	60	100	

Diskussion: Wir sehen, die Überhitzung oder, wenn man will, Wärmestauung, hat einen blutdruckerniedrigenden Einfluß noch nach einer geraumen Zeit nach dem eigentlichen Hitzschlag. Man darf wohl annehmen, daß auf der Höhe der Erkrankung der Blutdruck noch tiefer steht; denn bis zur tonometrischen Messung hatten Transport, Bad, Unterbringung ins Bett stattgefunden, welche Umstände blutdruckerhöhend gewirkt haben könnten. Da der Patient bei der ersten Messung apathisch war, fällt ein möglicher Einfluß der Psyche weg.

In den nächsten Tagen steigt bei Abfall der Temperatur und Besserung des Allgemeinzustandes der Blutdruck wesentlich an, auch der Puls ist frequenter, wiewohl der Patient einen an sich langsamen Herzschlag zu haben schien.

Wir kommen nunmehr zu einer allgemeinen Betrachtung der Blutdruckschwankungen im Fieber, zu dem Versuche ihrer Erklärung und zu ihrer praktischen Würdigung. Ohne den Begriff Fieber genauer zu definieren, das von so vielen differenten Faktoren verursacht und abhängig ist, wollen wir zur Erörterung unserer ursprünglichen Frage von einer Eigenschaft des Fiebers ausgehen, die unter allen Umständen ein wesentliches Charakteristikum bildet, der Temperatursteigerung.

Bei den Erkrankungen, bei denen das Fieber im Vordergrunde des ganzen Bildes steht, können wir eine Herabsetzung des arteriellen Druckes nachweisen, wenn alle anderen blutdruckbeeinflussende Momente ausschaltbar sind; dabei sind den Temperaturschwankungen analoge Blutdruckschwankungen zu beobachten und zwar so, daß eine Temperaturherabsetzung großenteils mit einem Druckanstieg beantwortet wird. Zur Zeit der Entfieberung steigt der Druck zweifellos an und nimmt mit geringen Schwankungen eine normalen Blutdruckwerten nahezu gleiche Mittellage ein. Indessen sind wir auch Fällen begegnet, wo umfängliche Schwankungen seitens des Blutdruckes gegenüber dem Temperatureinfluß kaum zu bemerken waren.

Wenn wir von den Infektionskrankheiten besonders bei Scarlatinakranken eine Herabsetzung des Blutdruckes während der Temperaturerhöhung konstatieren konnten, so sind wir um so mehr geneigt, diesem Ergebnis Nachdruck zu verleihen, weil diese Krankheitsform von den Blutdruck möglicherweise alterierenden therapeutischen Maßnahmen verschont blieb. Wenigstens wurde die Therapie, wie das wohl überhaupt zu geschehen pflegt, exspektativ gehandhabt. Auch von irgend welchen Krankheitskomplikationen wie Nephritis, die den Blutdruck beeinflussen könnte, waren die beobachteten Fälle frei.

Soweit mir die Litteratur bekannt geworden ist, ist der Blutdruck bei Scarlatina-Kranken bisher noch nicht studiert. Desto größer ist dieselbe über den Blutdruck im Typhus. Während *Riegel* (90), *Mosso*, *Wetzel* (57) die Herabsetzung des Blutdruckes als gesetzmäßig für das Typhusfieber betrachten, letzterer Autor die Herabsetzung sogar als von der Temperatur bedingt ansieht, haben *Zadek* (11), *Arnheim* und *Eckert* (8) ein entgegengesetztes Verhalten konstatiert. Allerdings sah *Eckert* bei langer Dauer des fieberhaften Zustandes eine bedeutende Herabsetzung des arteriellen Druckes. *Zadek* hält geradezu die erhöhte Blutwärme für das drucksteigernde Agens, was er daraus schließt, daß nach kalten Bädern der Blutdruck gesunken ist. Es war indes damals sehr wenig festgestellt, welcher Einfluß dem Bade auf den Blutdruck zukommt und damit sind seine Schlüsse mehr als zweifelhaft.

In jüngster Zeit hat *Hensen* mittelst des *Riva-Rocci*'schen Sphygmomanometers an 15 Typhusfällen laufende Beobachtungen gemacht. Er fand nicht nur, daß die Amplitude der Pulswelle nicht größer wie normal ist, sondern auch, daß ebenso selten, wie man man beim Fieberpulse eine hohe Spannung antrifft, die Spannung höchst selten

subnormal (unter 100 mm Hg) ist. Er glaubt, die Dehnbarkeit der Arterienwand, die Form der Pulswelle, der schnelle und steile Abfall der Diastole täuschten uns über die Spannung der Arterie.

Es liegt allerdings wegen der entspannten und dehnbaren Gefäßwand nahe, von dem Palpationsbefund auf den Blutdruck zu schließen. Die Muskulatur des Gefäßrohres ist erschlafft; daraus allein darf man auf die Herabsetzung des allgemeinen Blutdruckes keineswegs schließen; andererseits steht der Annahme nichts im Wege, daß das ganze Gefäßgebiet der Hautoberfläche in derselben Weise sich verhalte; dazu wird man nach dem Nachweise *Arnheim*'s, daß die Wärmeabgabe hier gesteigert ist, berechtigt sein. Dieses große entspannte Gefäßgebiet könnte die Blutdruckerniedrigung im Typhusfieber immerhin schon allein erklären. Wenn dann aber *Hensen* meint, die Gefäße des Splanchnicusgebietes seien daran nicht beteiligt, so ist diese Annahme willkürlich. Denn einmal ist von den Physiologen nachgewiesen, daß schon unter normalen Verhältnissen kein konstantes antagonistisches Verhalten zwischen oberflächlichen Gefäßen und denen des Splanchnicusgebietes besteht: sodann ist nicht unwahrscheinlich, daß auch die Infektion an sich oder auch durch den entzündlichen Prozeß beim Abdominaltyphus und der Hyperämie des Intestinaltraktus geradezu ein Spannungsnachlaß im betr. Gefäßgebiet statthat. Damit braucht nicht ein völliger Schwund des Tonus gemeint zu sein.

Gegenüber diesen Erfahrungen *Hensen*'s fand *Gumprecht*, der ebenfalls das *Riva-Rocci*'sche Instrument benützte, bei fieberhaften Krankheiten erniedrigte Werte; insbesondere zeigten dies Verhalten 10 an Typhus erkrankte kräftige Arbeiter.

Zu welchen Resultaten sind bis jetzt andere Untersucher mit dem *Gärtner*'schen Tonometer in unserer Frage gelangt?

Hier zeigt sich eine weitgehende Übereinstimmung. So beobachtete *A. Fränkel* (25) bei Fiebernden im allgemeinen keine Druckvermehrung, vielmehr eine Tendenz zur Erniedrigung. Auch *Neisser* (27) und *Schüle* (41) bemerkten die blutdruckherabsetzende Wirkung des Fiebers im allgemeinen, insbesondere im Typhus. Gerade *Neisser*'s Ergebnisse stimmen so auffallend mit den meinigen überein, daß ich seine Worte wörtlich anführen will: „Beim Typhus wurde regelmäßig bei normalem Verlaufe auch ein typisches Verhalten des Blutdruckes festgestellt; ein Absinken im Anfange, dann ein regelmäßiges Niveau (ca. 60—70 mm Hg) die ganze Continua hindurch und auch noch in den steilen Kurven; in der Rekonvalescenz langsames Wiederansteigen.

Die normale Höhe wird offenbar erst spät in der Rekonvalescenz erreicht."

Neisser, der mehr tödliche Typhusfälle als ich beobachten konnte, sieht den dauernd abnorm niedrigen Blutdruck als omen pessimum an; nach den Wahrnehmungen im Falle *Bartscherer*, wo, neben anderen klinischen Symptomen, die momentane Blutdruckerniedrigung eine Perforation vermuten ließ, glaube ich das gerne. Wie weit es gelingen wird, für den Krankheitsverlauf bestimmter Erkrankungsformen ein typisches, fest umrissenes Blutdruckbild zu zeichnen, wie es *Schröder* (80) für manche gynäkologische Operationen anzubahnen versuchte, bleibt weiteren Untersuchungen vorbehalten.

Zur Erklärung des blutdruckerniedrigenden Einflusses des Fiebers habe ich weiter oben die Wirkung der Gefäßerweiterung gestreift.

Durch die klassischen Untersuchungen von *Romberg* und *Pässler* (89), die im Tiere Infektionskrankheiten künstlich hervorriefen, ist nachgewiesen worden, daß hierbei eine Vasomotorenlähmung und Erniedrigung des arteriellen Druckes stattfinden. Daraus, bezw. aus der veränderten Blutverteilung, resultieren sekundäre Störungen in der Funktion differentester Organe. Nicht zum wenigsten werden Gehirn und Herz, jene so wichtigen Centren, betroffen.

Die Übertragbarkeit dieser tierexperimentellen Ergebnisse auf die menschliche Pathologie der akuten Infektionskrankheiten haben die Autoren aus zahllosen klinischen Erfahrungen dargethan; meine tonometrischen Befunde verleihen, wie ich hoffe, diesem Vorgehen eine weitere Stütze. Aus der tonometrisch ermittelten Blutdruckerniedrigung darf wohl ein Rückschluß auf den Erklärungsmodus der cit. Autoren gemacht werden.

Wie also auf der einen Seite eine Alteration des Vasomotorencentrums nachgewiesen ist, so scheint es nach *Naunyn*'s und *Finkler*'s (91) Experimenten ebenso ausgemacht, daß der wärmeregulierende Apparat im Fieber gestört ist; daraus resultiert ein Mißverhältnis von Wärmeabgabe und Wärmeproduktion. Aber abgesehen von der noch strittigen Frage, welche Bedeutung das Fieber für den kranken Organismus besitzt, weist vieles auf eine möglichst ausgiebige Wärmeabgabe im Fieber hin. Dafür sprechen *Arnheim*'s Untersuchungen, der eine erhöhte Wärmeabgabe im Fieber konstatiert hat, wie auch in neuester Zeit dieses Verhalten auf der Höhe des Fiebers sicher dargethan ist. Die Faktoren, die aber die Abgabe

der Wärme vermitteln, Erweiterung der oberflächlichen Gefäßnetze, daraus folgend Ausstrahlen der Wärme, Schweiße, Wasserverdunstung, können keineswegs als blutdrucksteigernd angesehen werden.

Wenn wir sodann wissen, daß mit größter Wahrscheinlichkeit der Ort der Wärmebildung in die Muskulatur zu verlegen ist, wo die lebhaftesten chemischen Umsetzungen während des Fiebers verlaufen, so erhellt daraus, daß dort auch ein vermehrter Cirkulationsstrom stattfindet. Dieser ist aber wiederum nur bei erweitertem Strombett möglich; so geben auch die tiefer liegenden Gefäße alle Disposition zu einer Herabsetzung des arteriellen Druckes, im Sinne nämlich einer Herabsetzung des peripheren Gefäßwiderstandes als eines den Blutdruck hervorragend beherrschenden Faktors. Und selbst wenn wir auch wissen, daß das oberflächliche Gefäßgebiet ebenso gern zwischen Erweiterung und Verengerung seiner Lumina wechselt und mindestens ebenso oft bei gesteigerter Nervenerregbarkeit infolge geringster Reize intensiv verengt sein kann, so ist eben zu bemerken, daß ein ergiebigeres Gebiet in der Tiefe die Herabsetzung des arteriellen Druckes erhält. In diesem Sinne sprechen wohl meine Beobachtungen des Blutdruckes während Schüttelfrostanfällen. Hier sank der Blutdruck noch weiter und ich glaube, man kann denn doch die Verengerung der peripheren Gefäße, verspätet eintretende Färbungsintensität, also erniedrigter Blutdruckwert, nicht ausschließlich für diese Erscheinung verantwortlich machen, so daß in dieser Hinsicht kein Widerspruch zu dem oben Auseinandergesetzten zu bestehen braucht.

Aus der Strombettveränderung resultiert natürlich auch eine Änderung der Kreislaufsgeschwindigkeit; der Blutstrom ist verlangsamt.

Durch die im Fieber stattfindende erhöhte Oxydation, den erhöhten Eiweißzerfall werden die Körpersubstanzen zersetzt; es tritt ein Inanitionszustand ein, der durch eine ungenügende Ernährung begünstigt wird. Daß darunter auch das Herz selbst leidet und dadurch die Leistungsfähigkeit der Muskulatur herabgesetzt wird, ist eine sichere, lange konstatierte Thatsache.

Wenn wir auch sahen, daß durch alle diese Umstände eine Herabsetzung des arteriellen Druckes bewirkt wird, so braucht damit nicht gesagt zu sein, die Arbeit des Herzens ist eine geringere, sie kann vielmehr unter Umständen eine vermehrte sein. Durch die Verminderung der außer dem Herzen liegenden Widerstände, durch

die „Ausschaltung aller außerwesentlichen mechanischen Arbeit (*Rosenbach*)“, kann das Herz seiner Aufgabe gerecht werden.

Wir sehen somit, daß die Verhältnisse quoad Fieber und Blutdruck außerordentlich komplizierte sind, daß aber, so verschiedenartig auch die Einwirkungen auf den menschlichen Organismus seien, in deren Gefolge sich das Fieber befindet, immerhin gemeinschaftliche Beziehungen für eine Erklärung eruierbar sind.

Das Verhalten des Blutdruckes in der Rekonvalescenz habe ich bereits gekennzeichnet. Es fragt sich nur, wie haben wir die bedeutenden Blutdruckerhöhungen zu erklären, die beim Aufsitzen des Patienten im Bette oder beim Verlassen des letzteren auftreten.

Aus unsern diesbezüglichen physiologischen Beobachtungen wissen wir, daß schon unter normalen Verhältnissen im eben erwähnten Falle der arterielle Druck gesteigert wird. Die Schwankungen infolge dieser ungewohnten Verhältnisse werden um so bedeutender und bedeutsamer sein, je ungeübter das Individuum ist. Wie mit den Muskeln des Körpers, steht es auch mit dem Herzen. Eine Arbeitsleistung, die infolge von Übung und der dahin gehörigen zweckmäßigen Innervation ohne erheblicheren Kraftverbrauch vollzogen wird, bedarf bedeutenderer Arbeit, wird sie ungeübten Organen zugewiesen. Es hat aber außer der quasi über das Ziel hinausschießenden Innervation noch ein anderes in Anrechnung zu kommen, nämlich die zweifellose Schwächung des Herzmuskels durch die Krankheit. So können wir die Anzeichen eines Versagens beobachten, wenn der Patient sich überschätzt und nicht die Weisung befolgt, die ein Rekonvalescent beim ersten Verlassen des Bettes einzuhalten hat (cf. Fall Maisch).

Aus diesem gehen die praktischen Folgerungen hervor, zu deren Würdigung ich nunmehr übergehen will. Man wird den Patienten einige Tage vor dem Verlassen des Bettes quasi als Training aufsitzen lassen, wobei man die Lageveränderung langsam vornehmen läßt. Auch nach dem Verlassen des Bettes ist es vorteilhaft, den Patienten vor den ersten Gehversuchen eine halbliegende Stellung auf einer Chaise-longue oder im Lehnstuhl einnehmen zu lassen. Das ist um so nötiger, als der Rekonvalescent in der Freude über seine Genesung gerne seinen Kräftezustand überschätzt.

Was meine Blutdruckergebnisse bei den Typhusbädern anbelangt, so wird man trotz des tonometrischen Befundes der Druckerniedrigung an ihnen festzuhalten haben, zumal auch die sonstigen klinischen Anzeichen sowie die Beobachtungen von *Breitenstein* (116),

Bäumler (117) gegen eine derartige Wirkung sprechen: Gefäße und Herz werden direkt und reflektorisch erregt, der Gefäßwiderstand steigt, die Kreislaufsgeschwindigkeit wird beschleunigt, die Differenz zwischen arteriellem und venösem Druck wird vergrößert, die Atmung wird angeregt und vertieft, kurz alles Dinge, die eine thatsächliche Erhöhung des Blutdrucks nahelegen.

Das Chinin, dessen fast spezifische Wirkung im Typhus in neuester Zeit nachdrücklich betont wurde (111), leistet durch seine blutdruckerhöhende Wirkung auch nach dieser Richtung Günstiges für den Krankheitsverlauf. Es scheint den Blutdruck direkt zu beeinflussen, besonders aber nur in der Zeit des amphibolen Stadiums. Die Pharmakologie kennt die von mir beobachtete Wirkung des Chinins sehr wohl, obgleich *Kuhe-Wiegandt* (59), der die verschiedenen Antipyretika nach ihrem Einfluß auf den Blutdruck beim Menschen untersuchte, nichts dergleichen beobachtete. Bei *Tappeiner* (124), finden wir, daß schon kleine Mengen (0,1 g) von Chinin nach der Resorption neben einer geringen Erhöhung der Pulsfrequenz ein mäßiges Ansteigen des Blutdrucks veranlassen, wenn auch von pharmakologischer Seite die Ursache nicht sicher ermittelt ist.

Die tonometrischen Ergebnisse sind bei den Pneumoniekranken zumeist von den üblichen therapeutischen Eingriffen alteriert; aus dem Einfluß desselben auf den Blutdruck lassen sich aber auf der andern Seite praktische Schlüsse ziehen. Kommt es doch gerade bei der Pneumonie, wie kaum bei einer anderen Krankheitsform, auf die unmittelbare Wirkung der geübten Therapie an.

Die durch die Vasomotorenlähmung hervorgerufene Blutdruckerniedrigung mit allen ihren Folgen wird wirksamerweise durch die seit Langem gereichten Excitantien, Kampfer, Strophanthus, Coffein etc. bekämpft; ihr unmittelbarer Einfluß ist in der Tonometrie durch die Blutdruckerhöhung unverkennbar.

Ich bin nach meinen Erfahrungen der Ansicht, daß Pneumoniekranke überhaupt ein besonders dankbares Feld für tonometrische Beobachtungen abgeben dürften und zwar deshalb, weil bei weiter fortgesetzten Untersuchungen mit Hülfe der Blutdruckmessung die Indikationen der therapeutischen Maßnahmen besser umgrenzt werden können. Auch für die Dauer der Anwendung bestimmter Medikationen dürften aus dem Verhalten des Blutdrucks sicherere Anhaltspunkte gewonnen werden. So kann man sich z. B. davor bewahren, durch übermäßig lange Darreichung von Excitantien den

p. e. durch Dyspnoe an sich beträchtlichen Druck noch weiter in die Höhe zu treiben und damit quasi das Herz zu Tode zu peitschen.

Daß mit der Tonometrie natürlich auch Fingerzeige für eine blutdruckherabsetzende Maßnahme wie die Venaesectio gewonnen werden können, versteht sich nach dem Gesagten von selbst.

Was die Tonometerbefunde bei den Phthisikern anbelangt, so habe ich ebensowenig wie *Burckhardt* (120), der in allerjüngster Zeit seine Tonometerergebnisse bei den verschiedenen Stadien der Phthise veröffentlicht hat, eine bestimmte Beziehung zwischen Fieber und Blutdruck ermitteln können. In meinen Fällen, in denen es sich um vorgeschrittene Phthise handelte, schien ein subnormaler Druck obzuwalten; dasselbe fand auch *Burckhardt*, der dafür eine Herabsetzung der Leistungsfähigkeit des Herzens als Grund ansieht. Für diese Annahme scheinen allerdings die pathologisch-anatomischen Befunde zu sprechen: Kleinheit und Schlaffheit des Herzens, sowie die degenerativen Zustände seiner Muskulatur. *Burckhardt* erblickt darin keine direkte Gefahr für den Körper, wohl aber darin, daß das geschwächte Herz außergewöhnlichen Anstrengungen gegenüber kollabieren könne. Die nötige Folgerung ergiebt sich daraus von selbst. Wenn wir ferner sahen, wie bedeutend dyspnoische Zustände und Hustenparoxysmen bei diesen Kranken den Blutdruck zu steigern im stande sind und damit dem Herzen eine bedeutsame Arbeit aufbürden, so ergiebt sich daraus die Indikation für die entsprechende Therapie.

Hustenreizmildernde Mittel, ev. gegen die kardiale Dyspnoe milde Excitantien, wie Strophanthus etc.; denn die brüsk wirkenden Mittel bergen für die zu Hämoptoë disponierten Individuen wegen des rapiden Blutdruckanstiegs eine Gefahr. Natürlich ist ein dauernd niedriger Stand des arteriellen Drucks, wie bei allen Erkrankungen, ein signum mali ominis.

Für die Fälle der Sepsis, bei denen wir eine bedeutende Blutdrucksenkung konstatierten, ergiebt sich nach alle dem früher Erörterten, daß, zumal bei der meist schlechten Prognose in typischen Fällen, blutdrucksteigernde Mittel unter allen Umständen versucht werden sollten; denn die Sepsiserkrankung bildet wohl das typischste Bild für die durch Vasomotorenlähmung erzeugte Blutdruckerniedrigung.

Wie wir also zur Analysierung der Blutdruckschwankungen unter der verschieden zustandekommenden Fiebertemperatur individualisierend trennen mußten, so hat dieses Vorgehen auch für die praktisch-klinischen Folgerungen zu gelten.

Sehr naheliegend war auch eine Untersuchung der verschiedenen Herzfehler, deren Resultat ich im folgenden wiedergebe:

August Stephan, 18. J. Diagn.: Insuffic. mitralis. verisim. Endocarditis acuta (Choreat. Zuckungen).

Mit 11 Jahren Gelenkrheumatismus. Seit Nov. 1900 viel geturnt; Herzklopfen und Stechen.

Stat.: Mittelkräftiger Mensch; etwas anämisch. Hände und Füße feucht. Cor.: Aktion erregt. III—VI. R. — Medianlinie — über l. Mam. Linie. Höhe: Breite — 12:14. Systol. Geräusch, am stärksten an der Mitralis. II. Pulmonalton accentuiert. Patellarrefl. gesteigert, ebenso Achillessehnenrefl.; l. angedeut. Fußklonus. Ordin.: Bettruhe, Diät, Eisbeutel, 3—15 gtt. Tct. Stroph.

Datum	Zeit	Temp.	Puls	Blutdr.	Bemerkungen.
8. II.	4h 50′	37,0	100	125	In der Herzgegend Schmerzen. Außerdem offenbar psych. erregt.
11. II.	9 55′	37,0	80	110	Wenig. Herzklopfen. Pulsbild Fig. 17.
13. II.	5 20′	36,5	80	120	Kopfschmerzen.
20. II.	5 15′	36,4	92	125	Herzklopfen.
22. II.	5 10′	37,2	80	115	Subj. besseres Befinden im Liegen.
			100	145	Sitzend.
12. III.	10 50′		100	130	Sitzend Pat. ist seit 10h 30′ aufgestanden. Aufsein bekommt subj. gut.
13. III.	12 15′		76	125	Außer Bett.
			116	140	Nach 6maligem Auf- und Niedergehen im Zimmer.
					13. III. gebessert entlassen.

Adam Ullrich, 16. J., Buchdruckerlehrling. Diagn.: Insuffic valv. mitral. — Vor zwei Jahren akut fieberhafter Gelenkrheumatismus.

Stat.: Kleiner zarter Bursche in guter Ernährung. Cor.: In der Höhe normal; nach l. verbreitert. (2 Finger über der l. Mam.-Linie.) R. l. Sternalrand. Iktus verbreitert. Systol. Schwirren fühlbar. Töne auffallend laut. Am V. Punkt systol. Geräusch am deutlichsten. II. Pulmonalton accent. Puls beschleunigt, angedeutet celer.

Datum	Zeit	Temp.	Puls	Blutdr.	Bemerkungen.
7. III.	9h		84	80	Systol. Geräusch sehr schwach zu hören; dasselbe im Sitzen besser zu hören. (Fig. 18.)
			100	100	Sitzend.

Datum	Zeit	Temp.	Puls	Blutdr.	Bemerkungen.
8. III.	12 30′		108	90	Pat. ist auch äußerl. erregt; ein Konpatient (Herzkranker) starb in seiner Nähe.
11. III.	4 15′		84	75	
13. III.	11 20′	36,5	88	85	Aktion regelmäßig; kein sicheres systol. Geräusch; II. Pulmonalton accent.
19. III.	11 05′	37,1	84	85	Herz kaum n. l.; am V. Punkt undeutl. syst. Geräusch.

Bertha Traunecker, 26. J., Köchin. Diagn.: Insuffic. valv. mitralis; Insuffic. cordis muscul. (Myocarditis acuta), Chlorose.

Nie Rheumatismus; Anfang März Influenza, seitdem starkes Herzklopfen, will sich überanstrengt haben. Lebt auf dem „Königstuhl."

Status: Mittelgr. Mädchen. Gesichtsfarbe auffallend rot. Cor.: Oben: unt. Rand d. III. R. R: l. Sternalrand; L: 1—2 Finger über d. Mam. Lin. An d. Spitze: systol. Geräusch. am V. Punkte bes. deutlich. II. Pulmonalton verstärkt. Aktion kräftig, nicht ganz regelmäßig. Hie und da Stolpern. Ordin. Eisblase; Tct. Valerian.

Datum	Zeit	Temp.	Puls	Blutdr.	Bemerkungen.
20. III.	5h 25′	37,1	88	140	Pat. ist psych. erregt. Irregul. Puls (Fig. 19).
22. III.	10 25′	36,5	68	125	
				130	Sitzend. Rücken angelehnt.
23. III.	12 07′	36,0	56	125	Bradycardie; manchmal Atemnot u. Herzklopfen.
				135	Sitzend.
25. III.	9 45′	36,6	60	100	Das Stolpern heute etwas deutlicher. Fig. 19a. Ordin.: Inf. Digit. 2stl.
				125	Sitzend.
27. III.	5 15′	37,0	64	90	Aktion ruhiger, fast regul. Syst. Geräusch am V. Punkt am stärksten.
29. III.	5	36,9	56	110	Aktion völlig regelmäßig. Digit. 3× tägl. 1 Eßlöffel.
			72	115	Sitzend.
31. III.	11 20′	36,7	60	95	In d. Krankengesch. heißt es: „Hoher Puls" d. Bild (Fig. 19b) ergiebt einen weichen, fast monokroten Puls.
3. IV.	10	36,6	60	95	Aufsein am 2. IV. bekam gut. Systol. Geräusch am stärksten am V.P.; nach d. Mitr. stärker als nach der Aorta.
			76	115	Im Sitzen.

Valentin Knapp, 18. J. Diagn: Polyarthr. rheum. acut. Endocardit. rheum. acut. Insuffic. valv. mitr. Pericarditis sero-fibrin. acut.

Seit Mitte Jan. Schmerzen im Kniegelenk, l. Schulter und Genick. Kein Fieber; keine Atembeschwerden.

Stat.: Etw. infantil. Mensch; normale Gesichts- und Hautfarbe: Cor.: Oben. III. R. L: 2 Querfinger über d. Mam. Lin. R.: r. Sternalrand 1 cm überschreitend. Shok verbreitert, fühlbar, hebend. An der Spitze langgezogenes systol. Geräusch, manchmal Knarren. Ordin.: 3×10 gtt. Tct. Strophanth. Aspirin $3 \times 0{,}5$.

Datum	Zeit	Temp.	Puls	Blutdr.	Bemerkungen.
8. II.	5h 45′	37,0	84	90	
10. II.	6	37,0	84	95	
				105	Pat. sucht das Lachen zu unterdrücken.
15. II.	4 05′	37,8	108	90	Stechen in der l. Seite.
16. II.	10 10′	36,6	92	100	Schmerzen in der Herzgegend. Pericard. Geräusche.
19. II.	10 30′	36,8	104	80	Deutl. pericardit. Frottement. Syst. Ger. an d. Spitze; accent. II. Pulmonalton. Töne gedämpft. Fig. 20. Ordin.: Eisbeutel, Jodbepinselung, Digitalis.
21. II.	12 15′	37,0	104	85	Aktion noch aufgeregt. Töne etw. laut. Basis: 21 cm; Höhe (Mam.-Lin.) 18 cm; R. Parasternallin. bis L. vordere Axillarlin.
22. II.	9 30′	37,5	96	85	Aktion noch erregt, Grenze weniger weit nach l.
24. II.	9 10′	36,9	96	85	Seit 23. II. Digit. weglassen. Potio Riveri. Vom 19. II.—24. II. zeigte d. Temperaturkurve Schwankungen bis zu 39,0. Besserung, Herzgrenzen zurückgegangen.
26. II.	4 30′	36,6	100	85	Kein Reiben mehr zu hören. Stat. wie vor der Pericarditis. (Fig. 20a.)
			116	110	Sitzend.
27. II.	4 45′	36,3	108	95	Subj. keine Beschwerden.
			120	105	Sitzend.
28. II.	3 45′	36,8	100	80	
			112	95	Sitzend.
1. III.	5	36,8	100	95	
			112	100	Sitzend.
8. III.	11 10′	36,6	96	95	Kurzes Aufsein bekommt gut.
			100	105	Sitzend.
11. III.	11 45′	36,2	84	95	
					12. III. entlassen.

Anna Mersy, 27. J., Musikersfrau. Diagn.: Insuffic. et Stenosis valv. mitr. Insuffic Aortae (?) Tumor hepatis (Cirrhos. incip. ?), Ascites.

Vor 4 Jahren Leberschwellung. Mai 99 heftiges Nasenbluten (2 Stunden dauernd), 2mal Schwellung der Beine, Ascites. Keine besond. Herzbeschwerden. Wegen zunehmendem Ascites in die Klinik.

Stat.: Mittelgr. magere Frau. Anämisch, leicht cyanot. Colorit. Cor.: oben: unterer Rand d. II. R., unten: oberer Rand d. VI. R. R: 2 Querfinger jenseits d. r. Sternalr. L: mittl. Axillarlin.

An der Spitze präsyst. Geräusch. Am V. P. am stärksten, ein syst. blas. Geräusch und ein lautes diastol. Ger. — Pulmonalis: statt II. Ton accent. Geräusch. Aktion regelmäßig, kräftig. Starkes Pulsieren der Carotiden.

Abdomen: gewalt. aufgetrieben, nicht schmerzhaft, Fluktuation und Undulation. Größter Leibesumfang. 120 cm. Leber nicht palpabel noch z. percutt. Ascites frei beweglich.

Datum	Zeit	Temp.	Puls	Blutdr.	Bemerkungen.
22. III.	10^h				Punktion des Abdomens. Entleerung von 14800 ccm seröse Flüssigkeit (spez. Gew. 1014), Leibesumfang 87 cm. Leber vergr., druckempfdl. Milz nicht vergr. Achaiawein.
22. III.	12 20′	36,5	84	95—105	Puls regelmäßig, fadenförmig leicht unterdrückbar Fig. 21. Ordin.: Ferr. oxydat. sacchar.
26. III.	9	36,6	56	105	Ascites sammelt sich wieder an. Leib: 93,5 : 96,5 cm.
28. III.	9 30′	36,4	68	100—105	Am Herzen überall ein syst. u. diastol. Geräusch.
2. IV.	11 40′	36,2	64	105—110	
21. IV.	9 45′	36,5	64	105	
10. V.	4 45′	36,4	72	110—115	Der Leib hat ungefähr den alten Umfang 107, 0—109,0 cm. In d. Frühe Nasenblut. Puls kräftig. Fig. 21a.
14. V.	12 15′	36,5	64	110	Fig. 21b.
14. V.	3			130	Unmittelbar v. d. Punktion.
				135	Schmerzen; kurz vor Aufhören m. d. Punktion.
14. V.	6 20′	36,5	64	90—95	Es sind 6500 cm seröse Flüssigk. entleert worden. Leibumfang 92 : 96 cm.
15. V.	4 30′	37,0	64	85—90	Punktion gut überstanden.
17 V.	9 15′	36,0	64	110	Pat. schlief schlecht, fühlt sich nicht wohl. Nach der Tonometermessung wird bekannt: es starb eine Konpatientin. Daher psych. Erregung.
17. V.	4 45′		64	95—100	Leibumfang: 97—100 cm. Herz noch groß. II—VII. R. — R. Parasternallin. bis vordere l. Axillarlin.
			18. V. entlassen.		

Karl Rückert, 13 J., Diagn.: Stenosis ost. venos. sin.

Angebl. kein Gelenkrheum. Bei Anstrengung und Treppensteigen Herzklopfen und Atemnot. Dyspnoe. Im Liegen keine Atemnot.

Stat.: Kleiner schwächl. Junge. Cor.: in Höhe und Breite vergrößert. II—VI R. r. Sternalr. bis $^1/_2$ Finger außerhalb der Mam.-Lin. Höhe: Breite = 12 : 14 cm. Iktus erheblich verbreitert. Über d. ganzen Herzen l. v. Stern. ein praestyl. Schwirren und diastol. Klappen. Töne laut. I. Ton laut und ein sägendes diastol. Geräusch. Am V. P. kurzes praesyst. Ger. II. Pulmonalton enorm verstärkt und klappend. Aktion regelmäßig. Puls Fig. 22. Ordin.: Eisblase. Tct. Valerian.

Datum	Zeit	Temp.	Puls	Blutdruck	Bemerkungen.
6. III.	4h 30′	37.1	108	110	
7. III.	8 45′	36,6	92	110	
			96	120	Sitzend.
11. III.	4	36,7	76	80	Diastol. und praesyst. Geräusch sehr deutlich.

Am 13. III. entlassen.

Babette Kippenhan, 18 J., Dienstmädchen. Diagn.: Stenosis mitr., manchmal Andeutung von Insuff. — Chlorosis.

Mit 15 Jahren Gliederschmerzen. Seit 8 Tagen Herzklopfen, Kurzatmigkeit.

Stat.: Gut genährtes Mädchen, blaß. Struma mäß. Grades. Cor.: III—VI R. L. Sternalr. bis l. äußere Mam.-Linie. Töne: kurzes praesyst. Geräusch, 3teiliger Rhythmus. II. Aorten- und Pulmonalton accent. Ordin: Bettruhe, Diät. Lq. ferr. pepton. 3 × tgl. 1 Kaffeelöffel.

Datum	Zeit	Temp.	Puls	Blutdr.	Bemerkungen.
14. II.	9h 40′	36,3	80	105	
15. II.	10 35′	36,8	80	110	Puls Fig. 23.
			96	130	Sitzend.
18. II.	9 20′	36,7	68	105	
			80	120	Sitzend.
21. II.	10 30′	36,9	88	105	Kein sicheres praesyst. Geräusch mehr; d. I. Ton erscheint mehr gespalten. II. Pulmonalton verstärkt. Keine Verbreitg. des Herzens n. rechts.
21. II.	3 50′		96	125	Pat. war aufgestanden und hat sich auf Weisung bewegt. Fig. 23a.

Josef Müller, 17 J., Cigarrenmacher. Diagn.: Insuffic. valv. aort. ascend.

Seit März 1900 öfters Herzklopfen bes. abends. Unbestimmte Anfälle von Schmerzen in l. Schulter und l. Arm abends.

Stat.: Kräftiger, junger Mann. In der Halsgegend starke Pulsation mit systol. Schwirren.

Cor.: Herzstoß im V. und VI. Ic.-Raum. Obere Grenze: II. R.; untere: VI. Ic R. L: zw. vord. und mittl. Axillarlin. R: von II—IV. Rippe r. Sternalrand. IV—VI. Rippe l. Sternalrand. Über d. ganzen Herzen systol. schnurrendes und diastol. blasendes Geräusch. Gg. V. Punkt u. Basis am intensivsten. D. diastol. Ger. an d. Aorta sägend. Puls nicht bes. voll, aber exquisit celer; Cruralpuls celer, schlagend. *Durozicz*'sches Phänomen. An d. r. Hand etwas Kapillarpuls. Das Röntgenbild bestätigt die geringgradige Erweiterung des Aortenanfanges. Ordin. Ruhe und Eisbeutel.

Datum	Zeit	Temp.	Puls	Blutdr.	Bemerkungen.
12. II.	3h 35′	36,3	72	110—115	In der Nacht kurzer Anfall v. Herzklopfen.
13. II.	4	36,2	64	100	Puls exquisit celer. Fig. 24.
16. II.	4	36,0	68	105	Die Geräusche etw. lauter als i. d. Frühe.
			80	140	Sitzend.
18. II.	12 15′	36,3	56	105	
21. II.	4 40′	36,4	68	125	
22. II.	4 30′	36,4	72	125	Momentanes Herzklopfen, jedoch keine Schmerzen.
			92	145	Sitzend.
23. II.	9 05′	36,3	80	130	Pat. soll heute entlassen werden. (Psyche).
			96	145	Der Assistenzarzt erscheint zur Visite.
			100	160	Sitzend. 23. II. entlassen.

Luigi Belora, 46 J., Schreiner. Diagn.: Rheumat. Beschwerden; Endocarditis rheumat. valv. aort. (Insuffic. aort.). Bronchitis.

Kein Gelenkrheum. Mäßiger Potator. Vor 6 Wochen Anfall von Atemnot und Herzklopfen. Stechen in der Herzgegend. An 2 Tagen hintereinander heftiges Nasenbluten. Geringe schmerzhafte Schwellung des Kniegelenks. Trockner schmerzhafter Husten.

Stat.: Mittelgr. muskulöser, gut genährter Mann. Pulsaktion der Carotiden sichtbar, Schwirren fühlbar.

Cor.: Spitzenstoss in V. Ic.-Raum, nicht besonders hebend, etwas verbreitert. Grenzen: von III. bis unteren Rand der VI. Rippe. Mitte des Sternums bis 2 Finger nach l. über d. Mam. Lin. Töne an der Spitze rein. Am V. Punkt blasendes diast. Geräusch, II. Aortenton rauh, klappend. II. Pulmonalton accent. Puls celer, beide Radialpulse gleichzeitig. Kein Erguß i. Kniegelenk. Ordin.: Eisblase, Aspirin.

Datum	Zeit	Temp.	Puls	Blutdr.	Bemerkungen.
16. II.	11h	36,4	72	140	Pat. schläft schlecht, viel Herzklopfen.
18. II.	12 30′	37,2	72	140	Pulsus magnus durus. Fig. 25.
			92	170	Sitzend.
23. II.	9 50′	36,5	72	130	Am V. Punkt deutl. diastol. Geräusch. Schmerzen in der Herzgegend, in. d. l. Arm ausstrahlend.
				175	Sitzend.
28. II.	10	36,8	80	130	Puls leicht dikrot, aber regelmäßig. Am Herzen scharfes diast. Geräusch. besond.
				170	Sitzend. Fig. 25 a.
3. III.	12 20′	36,7	68	145	Keine objektiven Gründe für diesen Blutdruckwert.
3. III.	12 20′		80	160	Pat. fühlt sich am wohlsten in horizontaler Lage; i. Sitzen: Rascheres Atmen, Herzklopfen; Druckgefühl und Kongestionen n. d. Kopf.
5. III.	9 30′	36,6	72	130	
			92	170	Sitzend.
7. III.	10 15′	36,7	64	130	
			80	165	Sitzend.
9. III.	9 25′		72	160	Puls sehr voll f. d. Palpation. Neben d. Patienten starb ein anderer Herzkranker; Pat. ist sehr erregt.
			88	185—190	Sitzend.
12. III.	9 40′		68	130	
1. IV.	4 30′	36,8	76	115	Seit dem 24. III. manchmal Aufstehen. Das Vitium ist gut kompensiert. Fig. 25 b.
				140	Sitzend.

Wilhelm Ritz, 11 J., Seilerskind. Diagn.: Insuffic. valv. mitral. et aortae. Dez. 1900 Gelenkrheum. Starkes Herzklopfen. Kurzatmigkeit, keine Ödeme.

Stat.: Kleiner, anäm., mäßig gut genährter Junge. Atmg. beschleunigt. Wangen etw. cyanot., desgl. Lippen und sichtbare Schleimhäute.

Cor.: Nach oben u. l. vergrössert. Unt. Rand d. II. bis unt. VII. Rippe. R: 2 Finger über r. Sternallinie; L.: 3 Finger außerhalb d. Mam. Lin. Spitzenstoß verbreitert. Aktion beschleunigt. An d. Spitze blas. syst. Ger.: Gg. V. Punkt ein syst. und diastol. Ger. — II. Pulmonalton accent. Carotiden sichtbar pulsierend. Kapillarpuls. Leber bis zum Nabel reichend. Ordin.: Fol. Digit. 0,2; 2×tägl. 1 Pulver.

Datum	Zeit	Temp.	Puls	Blutdr.	Bemerkungen.
23. IV.	11h 30′	36,4	112	90	Puls etw. irregul. Fig. 26.
			124	105	Sitzend.
24. IV.	10 55′	36,8	108	90	Fig. 26a.
			120	105	Sitzend.
8. V.	10 10′	36,2	101	85	Puls unregelmäßig, aussetzend.
17. V.	9 55′	36,4	104	90	19. V. entlassen.

Dario Calamini, 22 J., Tagarbeiter. Diagn.: Insuffic. valv. mitr. et aortae. Herzklopfen, Kopfschmerzen etc.

Stat: Mittelgr. Bursche, schlaffe Muskulatur.

Cor.: Spitzenstoß außerhalb der Mam. Linie. Grenzen: oben II. R.; über d. Mitte d. Sternums; l.: 1 Finger breit außer d. Mam. Lin.; unten: unterer Rand der VI. Rippe. Töne: 1. Ton unrein, zeitweise gespalten, dumpf, 2. Töne rein. V. Punkt lautes syst, dann ein diastol. musik. Geräusch. Pulmonalis: II. Ton accent. Aorta: leises systol. und diastol. Geräusch. Puls nicht schnellend, regelmäßig. Am Halse deutl. Pulsat. Ordin.: Eisbeutel.

Datum	Zeit	Temp.	Puls	Blutdr.	Bemerkungen.
28. V.	10h	36,3	68	95	
20. V.	9 45′	36,3	70	95	Fig. 27.

Wir kommen nun zu den mit Myodegeneration komplizierten Vitia cordis.

Elisabeth Huber, 52 J., Witwe. Diagn.: Insuffic. valv. mitral. Ausgesprochene Myodegen. cordis.

Mit 15 J. Gelenkrheum. Öfters schon in der Klinik. Seit 14 Tagen vermehrtes Herzklopfen, Engigkeit.

Stat.: Blasse, zarte Frau. Am Halse praesyst. Venenundulat. Cor.: nach l. u. r. stark verbreitert. Grenzen: III.—VI. R., jenseits d. r. Sternalrandes bis vord. l. Axillarlin. Höhe : Breite = 12 : 18 cm. Überall lautes syst. Geräusch: am lautesten am Herzen und an d. Basis. II. Pulmonalton sehr verstärkt. Puls nach Schlagfolge und Stärke irregulär.

Datum	Zeit	Temp.	Puls	Blutdr.	Bemerkungen.
14. II.	10h	35,9	80	105	Aktion regelmäßig. Das seit Anfang Febr. ausgesetzte Digital. v. Neuem.
15. II.	10	35,8	80	110	Fig. 28.
			80	135	Sitzend.
16. II.	4 10′	36,4	100	120	Aktion leicht irregulär.
				140	Sitzend.
18. II.	9 30′	35,9	80	120	Spur. Alb. i. Urin.
23. II.	9 20′	35,9	72	120	
				140	Sitzend.
25. II.	9 45′	36,0	80	120	I. Urin leichte Trübung.
			80	140	Sitzend.

27. II. bei leidlichem Befinden entlassen.

Peter Rettig, 29 J., Cigarrenarbeiter. Diagn.: Insuffic. et stenosis valv. mitralis. Myodegen. cordis.

1888 Rheumatismus aller Gelenke. Herzklopfen und Atemnot.

Stat.: Kleiner, gut genährter Mann. Leichte Cyanose d. Wangen. Cor.: außerordentlich verbreitert. Ob. Rand III. Rippe bis unt. Rand d. VII. Rippe, r. 2 Querfinger über r. Sternalrand, l. in d. vord. Axillarlin. Über der Spitze 3teilig. Rhythmus. Syst. u. praesyst. Ger. 2. Töne rein. II. Pulmonalton accent. Puls langsam, klein, unregelmäßig. Urin hochgestellt, sauer. Spur Alb. Ordin: Infus. Digit.

Datum	Zeit	Temp.	Puls	Blutdr.	Bemerkungen.
23. IV.	12h	37,2	64	85	Fig. 29.
			72	110	Sitzend.
27. IV.	5 30′	36,4	56	95	
			64	110	Sitzend.
6. V.	10	36,5	56	85—90	Digitalis ausgesetzt.
			68	100	Sitzend.
23. V.	7 30′	38,6	88	75	Wiederum Digitalis, auf d. r. u. l. Tonsille weiße Pröpfe.
27. V.	2	36,6	52	85—90	Puls immer noch irregulär. Angina abgeheilt; minimale Rötung u. Schwellung, sonst nichts.

Kath. Zang, 32 J., Haushälterin. Diagn.: Stenosis et insuffic. valv. mitralis. Insuffic. Aortae. Myodegen. cordis.

Vor 8 Jahren Gelenkrheum. Sept. 1900 Apoplect. Insult. Kurzatmigkeit, Herzklopfen.

Stat.: Mittelgr., blühend aussehende Frau in guter Ernährung. Cor.: Shok i. V. Ic.-Raum. Diastol.-praesyst. Schwirren fühlbar. Herz in Höhe und Breite vergrößert: II.—VI. Rippe unt Rand, r. Sternalrand, bis außerhalb d. l. Mammill.-Linie. Höhe : Breite = 14 : 15. Langgezogenes praesyst. Geräusch an der Spitze. Am V. P. diastol. Ger., auch etwas an d. Aorta. Lautes systol. Geräusch an d. Pulmon. Manchmal syst. Geräusch an d. Mitralis. Aktion sehr unregelmäßig, öfters Galopprhythmus. Puls klein, unregelmäßig, beschleunigt. Ordin.: Bettruhe, Eisblase ad cor, Diät, Infus. digit.

Datum	Zeit	Temp.	Puls	Blutdr.	Bemerkungen.
12. II.	4h 35′	36,5	60	90	Puls neigt zu altern. Bigemini. Fig. 30.
13. II.	3 40′	36,5	64	85	
15. II.	12 20′	36,4	52	80	
			60	120	Sitzend.
16. II.	4 25′		56	85	Digit. ausgesetzt. Wegen Schmerzen i. d. Gliedern: 3 × 0,5 Aspirin.
			76	110	Sitzend. Besond. deutl. Irregularität. Fig. 30 a.
			72	100	Pat. lacht.
18. II.	9 45′	36,3	56	85	
			96	110	Sitzend.
19. II.	4 15′	36,4	64	85	Freudig über Fasching: 105.
22. II.	6 30′	36.5	44	85	
25. II.	10 15′		60	90	Seit 23. II. wegen beschleunigtem, irregul. Pulse Strophanthus; Digitalis: d. Geräusche sind heute sehr laut.
28. II.	10 15′	36,5	64	85	
			88	105	Sitzend
5. III.	9 45′	36,4	56	85	Deutl. Arythmie.
			68	105	Sitzend.
12. III.	10	36,4	56	80	Digit. wieder ausgesetzt.
			84	100	Sitzend.
16. III.	9 30′	36,5	64	85	
			88	105	Sitzend.
22. III.	12 20′		68	75—80	Kein Digit. mehr.
26. III.	9 10′	36,3	72	65	
			80	80	Sitzend.
28. III.	9 35′	36,8	72	80—85	Wiederum Digitalis 3 × tgl.
			84	100	Sitzend.
2 IV.	9 40′	36,3	60—68	85	

Heinr. Becker, 40 J., Artist. Diagn.: Insuff. valv. tricuspid. e dilatat. Myodegen. cordis.

Eintritt 27. II. 1901. Kein Gelenkrheum. Mit 21 Jahren Schnellläufer, wg. Kurzatmigkeit aufgegeben. Starker Potator (6—10 Lit. Bier pro die). B. Treppensteigen, langem Sprechen etc. Herzklopfen, Schwarzwerden vor d. Augen, Dyspnoe. Seit Dez. 1900 Husten, Magenbeschwerden, Erbrechen bei Husten, Obstipation und Diarrhoen wechseln. Anf. Jan. 1901 Ödeme der Fussgelenke. Seit 3 Tagen Steigerung der alten Beschwerden.

Stat.: Kräftig gebauter Mann, bleich, anäm. Am Halse v. d. Carotis und Subclavia ausgehende Undulation. An der Vena jug. ext. syst. Venenpuls. Cor.: R. Sternalrand bis 2 Finger außerhalb d. Mammill.-Linie. Höhe zu Breite: = 14 : 22 cm. An d. Spitze leises syst. Ger. Am deutlichsten am unt. Sternum gegen d. Tricuspidalis. II. Pulmonalton accent. Aktion sehr unregelmäßig. Puls klein, flatternd. Leber druckempfindl., vergrößert. Ordin.: Digit.

Datum	Zeit	Temp.	Puls	Blutdr.	Bemerkungen.
28. II.	9h 45′	36,8	64	75	
3. III.	12 15′	36,9	56	75	Arythmie Fig. 31. Subj. besseres Befinden.
5. III.	9 20′		72	75	Puls etw. rythmischer. Fig. 31 a.
6. III.	4 15′		56	80—85	Der Arzt kommt z. Visite. BD. = 90.
			64	100	Sitzend.
7. III.	9 45′		64	90	Fig. 31 b. Pat. fühlt sich wesentl. besser.
			72	95	Sitzend.

Am 8. III. früh plötzl. Exitus. Der Pat. saß aufrecht und sprach zu seinem Nachbar. Plötzlich Zurücksinken. Das Herz schlägt noch, auch Atmung ist noch vorhanden. Kampher und Herzmassage nützen nichts mehr. Zu bemerken ist, daß der Pat. schon in aller Frühe aufgeregt war, weil er den Arzt fragen wollte, ob er heim dürfe. Durch das Aufsitzen und die hochgradige Erregung erregte Herzaktion, der gegenüber das Herz erlag.

Anat. Diagnose: Endocarditis fibr. chron. d. r. Ventr.-Wand. Hochgrad. Insuffic. valv. tricuspidalis. Hypertr. und Dilat. d. Herzens. Chron. Stauung in Milz, Leber, Nieren. Gastritis chron. (état mamelloné).

Karl Botz, 20 J., Hausknecht. Diagn.: Insuffic. (stenosis?) valv. Aortae. Myodegeneratio cordis; paroxysmale Tachykardie; Polyarthrit. recidiv.

Stat.: Gut genährter Mann. Stärkere Gefässpulsation am Halse. Shok stark verbreitert. Bei Lagerung auf die Seite etw. Verschieb. d. Herzens. Cor.: Oberer Rand d. III. Rippe; unten VI. R. L.: 2 Querfinger l. v. d. Mammill.-Lin. R.: r. Sternalrand. Höhe: Breite = 14,5 : 16,5. Spitze: Töne rein, laut. Am V. P. deutl. diastol. Ger. Am Aortenpunkt: deutl. systol. und undeutl. diastol. Ger. — II. Pulmonalton accent. Ordin.: Eisblase Aspirin, Strophanthus, Digitalis. *Abbe*'s Herzstütze.

Datum	Zeit	Temp.	Puls	Blutdr.	Bemerkungen.
26. IV.	5h 30′	36,8	62	105	Fig. 32.
			80	125	Sitzend. Fig. 32a. Tendenz z. Celerität d. Pulses.
			64	105	Nach Abnahme der Herzstütze v. *Abbé*. J. Lieg. Irregul. d. Pulses.
			76	120—125	Sitzend.
27. IV.	9 50′	36,2	76	90	
			80	105	Sitzend.
6. V.	10	36,3	88	90	
			100	105	Sitzend.

Friedrich Schwarztrauber, 42 J., Winzer. Diagn.: Myodegeneratio. Kompensationsstörung.

Seit drei Wochen, wie schon öfters, starkes Herzklopfen, Atemnot; geschwollene Füße; Schmerzen in d. Nierengeg., geringe Urinmenge, Brennen beim Wasserlassen.

Stat. praes.: Kräftiger Mann in guter Ernährung. Cor.: Grenzen: III.—VI. R. 1 Finger r. v. Stern. bis z. l. Axillarlinie. Syst. Ger. an d. Spitze. II. Töne überall verstärkt, bes. an d. Pulmonalis. Aktion irregulär, leicht beschleunigt. Puls leicht unterdrückbar. Abdomen: stark aufgetrieben. Umfang 111 cm. Auf Lagewechsel verschiebl. Dämpfungsgrenze. Ödeme d. Beine. Ordin.: Eisblase, Digitalis.

Datum	Zeit	Temp.	Puls	Blutdr.	Bemerkungen.
6. V.	4h	36,6	84	145—150	Dyspnoe. Pat. muß wg. Atmung im Bett aufsitzen. Fig. 33. Urin 1000/1016.
8. V.	4 45′	36,7	80	135—140	Noch Dyspnoe. Puls irregul., inäqual. Weniger Ödeme der Beine. Urin 3000/1010.
10. V.	4 30′	36,3	84	130—135	Leibumfang 105 cm. Kaum Ödeme. Urin 3000/1010.
23. V.	4 50′		68	120	Leib und Beine wieder normal. Leibumfang 100,5 cm. Herz kleiner (jens. d. r. Sternalr. bis 3 Finger außerhalb der Mamill.-Lin.). Puls hie und da irreg. Fig. 33a. Subj. Wohlbefinden. Digitalinf. (5 Fl. Verbr.). Seit 29. V. ausgesetzt; dafür morgens u. abends 0,1 fol. digit.
28. V.	4 20′	37,1	84	115—120	Seit 26. V. tägl. aufstehen. 30. V. entlassen

Magdal. Beck, 64 J., Taglöhnerin. Diagn.: Cor adiposum. Myodegen. cordis; Bronchitis chron. Arthritis chron. Varicen am l. Bein.

Viele Erkältungsschädlichk. Herzklopfen, Kurzatmigkeit. Manchmal Benommenheit neben Engigkeit. Viel Husten mit schleimig-eitrigem Auswurf. Stuhlgg. gerne angehalten. Mäß. Alkoholgenuß.

Stat.: Große, stark gebaute Frau in guter Ernährung. Gesichtsfarbe cyanot. Schleimhäute blaurot. Exspir. mühsam, keuchend. In- u. Exspir. giemend. Cor.: Grenzen in der Breite vergrößert. III.—VI. R. R. Sternalrand bis jens. d. l. Mam.-Lin. Töne rein, II. Arter.-Töne leicht accent. Puls aussetzend. Stuhl angehalten. Ordin.: Anistropfen, Codëin, Strophanthus.

Datum	Zeit	Temp.	Puls	Blutdr.	Bemerkungen.
11. II.	4h 30′	36,5	60	150	
15. II.	12 50′	36,0	72	165	Seit 12 II. Digitalinf. P. trigem. altern. Fig. 34.
16. II.	5	36,2	64	155	Aktion regelmäßiger. In der Frühe Nasenbluten.
18. II.	10 15′	36,2	60	155	
19. II.	5	37,0	68	120	Energ. Darmentleerung auf Cascara. (3 dünne Stühle) Fig. 34a. P. durus magnus.
23. II.	4 30′	36,3	64	170	Sehr erregt. Puls. Pat. sitzt im Bett auf, großes Ängstlichkeitsgefühl u. Unruhe. Cyanot. Aussehen.
	5 50′			155	Besserung, tiefer gelagert.
28. II.	10 40′	36,4	60	145	Seit 25. II. Digit. ausgesetzt.
5. III.	10 15′	36,1	64	130	
			76	140	Sitzend.
12. III.	10 30′	36,2	64	125	Unregelm. Puls. Digit. seit 8. III. wieder.
14. III.	6	36,3	72	135	Jeder 5. Pulsschlag ist kleiner.
16. III.	9 45′	36,3	72	135	Puls kaum aussetzend.
			80	140	Sitzend.
18. III.	10 15′	36,4	80	130	Puls rhythmischer. Fig. 34b. Auf Wunsch entlassen.

Therese Leier, 55 J., Schaffnersfrau. Diagn.: Myodegen. cordis.

Pat. schon früher wg. Myodegen. cordis, nervös. Tachycardie, allgemeiner Stauung, Embolie (Aphasie) in d. Klinik. Seit 3—4 Tagen Erstickungsgefühl, Schwellung d. Beine.

Stat.: Mittelgr., anäm. Frau, dürftiger Ernährungszustand. Am Halse große Struma, Thorax flach, starr. Hinten Dämpfung in Höhe d. VIII. Dornfortsatzes, im Liegen Änderg. d. Dämpfg. Abgeschw. Stimmfremitus.

Cor.: III.—VI. R., jens. d. r. Sternalr. nach l. in d. Dämpfg. übergehend. Töne rein, Aktion beschleunigt, sehr unregelmäßig. Spitzenstoß verbreitert,

flatternd. Puls klein, Leber vergrößert. Beine leicht ödematös. Urin enthält Alb. Ordin.: Digitalis, Eisblase.

Datum	Zeit	Temp.	Puls	Blutdr.	Bemerkungen.
5. III.	10h	36,4	100	145	Pat. sitzt im Bette wegen d. Atmung. Fig. 35.
9. III.	9 30′	36,2	92	140	Herzaktion beruhigt. Erguß in der Pleurahöhle zurückgegangen. Ödeme bestehen noch.
12. III.	10	36,5	72	140	Subj. keine Klagen. Dämpfg. nur noch l.
18. III.	10 30′	36,4	68	120	Kein Digit. mehr. Kein sicherer Erguß in d. Pleura mehr. Urin klar. Puls noch arythm.
22. III.	12 40′	36,2	96	120	Puls leidl., regelm., Beine dünn. Urin frei v. Alb.
26. III.	9 20′	36,0	80	120	
28. III.	10	36,9	92	90	Seit 26. III. abends Digit., subj. Wohlbefinden.
2. IV.	10 15′	36,3	80	120	

Franziska Munk, 36 J., Bäckersfrau. Diagn.: Cor adiposum, Myodegen. cordis. Gelenkrheum. Seit 2 Jahren Atembeschwerden, Herzklopfen, Gefühl von Herzschwäche, Schwindelanfälle. Oft Erbrechen. Keine Leibschmerzen. Angehalten. Stuhl. Stat.: Reichl. Fettpolster. Herz nach allen Seiten vergrößert. Akt. irregul. Keine Geräusche. Ordin.: Bettruhe, Eisbeutel, Tct. Strophanthi.

Datum	Zeit	Temp.	Puls	Blutdr.	Bemerkungen.
4. II.	5h	36,0	60	100	Keine Klagen mehr.
5. II.	4 50′	36,6	40	95	Hemisystolie. Fig. 36.
6. II.	10	36,4	64	95	
6. II.	4 25′	36,8	60	90	
8. II.	11	36,1	52	90	

Karl Ohlenschläger, 38 J., Kellner. Diagn.: Adipositas cordis, Myodegen. cordis c. debilitate. Intumescent. hepatis. (Cirrhosis?). Bronchitis. Stauungsnephritis.

Seit 3. II. Stechen in d. l. Seite. Atembeschwerden. Starkes Potatorium. Stat.: Sehr fetter Mann. Pulm. l. h. und 3 Querfinger Dämpfg. (frottement,

Rhonchi). Cor.: oben III. R., unten nicht bestimmbar. R. über d. r. Sternalrand. L. $1\frac{1}{2}$ Querfinger v. d. Mamm.-Lin. Töne leise. Aktion unregelmäßig, pendelnd. R. Leberrand verdickt, Leber sehr vergrößert. Kein Ascites. Milz nicht palp. Urin enthält viel Alb. Ordin.: Bettruhe, Eisbeutel, Diät, Tct. Strophanth.

Datum	Zeit	Temp.	Puls	Blutdr.	Bemerkungen.
7. II.	4h 30′	37,4	60	85	Pat. hat manchmal Temperatursteigerung. Abführung mit Sal. Carol. fact. Fig. 37.
				100	Sitzend.
9. II.	10 30′	37,2	84	80	Töne auffall. leise. Im Liegen leichte Dyspnoe. Urin subikterisch.
14. II.	4 05′	36,3	80	110	Pleuritis zurückgegangen. Auch bei Rückenlage keinerlei Dyspnoe mehr.
			96	120	Sitzend.
17. II.	9 40′		80	110	Herztöne bedeutend kräftiger z. hören.
27. II.	4 30′	36,0	96	95	Aktion regelmäßiger, kurzes Aufsein bekommt gut.
			108	105	Sitzend.
8. III.	4 30′	37,7	84	90	Aktion ab und zu aussetzend. Leichte Kopfschmerzen. Dikrot. Puls. Fig. 37 a.

9. III. Morgens ist Pat. ganz munter. Plötzlich $7\frac{1}{4}$ h a. m. lautes und starkes Husten, weshalb Pat. sich aufsetzte. Aus Nase und Mund quillt Blut. Pat. fällt ins Bett zurück, die Atmung sistiert. Herz schlägt noch. Am ganzen Körper intensiv blau-cyanot. Färbg. Kampher ohne Erfolg. Exitus. Anat. Diagnose: Pericarditis fibrinosa. Myodegeneratio und Myomalacie bes. d. l. Herzens. Hypertroph. und Dilat. beider Ventrikel. Atheromatose d. Aorta. Geringes Lungenemphysem. Stauung in Milz, Darm etc. Hypertroph. Lebercirrhose. Keine Lungenembolie. Parenchymat. Nephritis.

In einem Falle von Aneurysmenbildung der Subclavia dextra, Plexuslähmung, Trommelschlägerfingerbildung, auf dessen Eigentümlichkeit mich Herr Prof. *Hoffmann* hinwies und dessen tonometrisches Verhalten festzustellen er mich beauftragte, habe ich nachstehende Befunde erhoben.

Dieser Fall wird voraussichtlich eine genaue litterarische Bearbeitung finden.

Nikolaus Hoff, 44 J., Werkführer.

Datum	Zeit	Temp.	Puls	Blutdruck R.	Blutdruck L.	Bemerkungen.
5. II.	5h 15′	36 8	76	100	120	
7. II.	10 30′			105	120	
14. II.	4 25′			120	130	
17. II.	12		68	130	140	
8. III.	5	36,6	88	125 -130	140	

Der Blutdruck ist nicht nur mit 2 Apparaten gleichzeitig, sondern auch mit dem oben beschriebenen modifizierten *Gärtner*'schen Tonometer bestimmt worden.

Die Differenz der Pulsbilder ist ebensowenig zu verkennen. Daß die Kurven an möglichst homologer Stelle und mit entsprechend gleichem Federdrucke gewonnen sind, will ich noch erwähnen. Fig. 38 entspricht dem linken, Fig. 38 a dem rechten Radialpuls.

Adolf Roder, 48 J., Kellner. Diagn.: Aneurysma aortae ascend. (Reflektor. Pupillenstarre.)

Vor 20 Jahren Gonorrhoe, kein Schanker. Vor 4 Jahren öfters Atemnot, keine Schmerzen. Seit 2 Jahren brennende Schmerzen unter d. Ende des Brustbeins. 1900 Gefühl des Glutstroms daselbst, reißende Schmerzen in beiden Schultern und Armen. Anlaß zu den Schmerzen schnelle Bewegung oder heftige Erregung. Manchmal l. Arm und l. Bein, zuweilen auch l. Gesichtshälfte plötzlich gelähmt. Vorübergehendes Schwanken. Nach wenigen Minuten spurlos vorübergegangen. Etw. Alkoholabusus (Wein).

Stat.: Kräftiger Mann in guter Ernährung. Hautvenen an d. oberen Brustpartie erweitert. Grenzen: ob. Rand d. III. Rippe bis VI. Rippe. 2 1/2 Querfinger l. v. d. Mamill.-Linie. R. wenig v. r. Sternalrand. Nach oben Dämpfung im Bereich d. Manubrium sterni; dasselbe r. um 2 Querfinger, l. um 1 1/2—2 Querfinger überragend. Töne leise, vom V. P. aufw. syst. u. diastol. Geräusch. Am stärksten im I., II. und III. Ic.-R., r. v. Stern. — Leber 1 1/2 Querfinger unter d. Rippenbogen. Puls regelmäßig. Röntgendurchleuchtung ergiebt diffus erweiterten Aortenbogen. Ordin.: Sol. Kal. jodat. 3 × tägl. 1/2 Eßlöffel.

Datum	Zeit	Temp.	Puls	Blutdruck R.	Blutdruck L.	Bemerkungen.
27. I.	6h 15′	36,4	64		110	
28. I.	9 30′	36,3	68		110	cf. Fig. 39 und 39 a.

Datum	Zeit	Temp.	Puls	Blutdr. R.	Blutdr. L.	Bemerkungen.
29. I.	9 15'	36,1	72	75—80	85	Gleichzeitige Messung mit 2 Apparaten. In der Nacht durch Aufregung Schmerzen auf d. Brust. Kopfschmerzen, Nasenbluten.
1. II.	9 30'	36.2	84	95	105	Krampfh. rheum. Schmerzen.
7. II.	4	36,0	72	110	120	In d. Nacht Schmerzanfälle. 4. Gelatine Inj.
9. II.	10	36,3	68	95—100	120	
14. II.	4	36,1	88	105	110	Schmerzhaftigkeit d. Injekt.-Stelle.
17. II.	9 20'	36,6	68	85	95	
20. II.	3 35'	36,7	84	85	100	Während der Nacht leichte Temperatursteigerung.
27. II.	3 45'	36,7	80	90	105	Wieder starke Schmerzen nach Gelatine-Inj.
8. III.	4	36,8	88	90	110	Tags vorher Gelatine-Injekt., wenig Schmerzen.
17. III.	11 10'	36,6	84	105	110	Beschwerden auf die Tags vorher gemachte Injekt.
27. III.	3	36,7	76	90	105	Messung m. einem Apparate.
29. III.	12	36,5	76	110	110	
1. IV.	10 50'		84	85—95	110—115	Sitzend. Vor der Entlassung J. allgem. Stat. idem.
20. V.	9	36,2	104	95	105	11. V. Wiedereintritt. Herz-Status wie b. d. Entlassung.
29. V.	12	36,6	80	75	85	Erysipelat. Rötung in Folge v. Jodipin-Injekt. Temperatursteigerung. O r d.: Heftpflasterstreifen.
				70	80	
10. VII.		37,3	80	85—90	100—105	

Diskussion und Würdigung: Blutdruckbestimmungen an Herzkranken hat in neuerer Zeit *Hensen* (95) lediglich zu dem Zwecke gemacht, um sich allgemein über das Verhalten des Druckes bei Vitiis cordis zu orientieren, und ein großes Material gesammelt. Er fand im allgemeinen bei leidlich kompensierten Herzfehlern der venösen Ostien kein abweichendes Verhalten von dem Herzgesunder. Von den Beobachtern, die sich des *Gärtner*'schen

Apparates bedienten, kamen *A. Fränkel* (25), *Neisser* (27), *Schüle* (41) zu entprechenden Resultaten. Nach meinen Untersuchungen kann ich dies Ergebnis bestätigen. Wenn ich die Fälle zur Beobachtung bekam, war bei Bettruhe, tonisierender Eisblase und Abhaltung schädlicher Reize ein Blutdruck vorhanden, der in den Grenzen normaler Werte lag. Es ist aber interessant, daß die Druckschwankungen bei veränderten Bedingungen z. B. Lagewechsel manchmal recht excessiv sein können, d. h. bei einer Arbeit, die dem geschonten Herzen momentan aufgebürdet wird, reagiert das Herz quoad Blutdruck mit einem über das Ziel hinausschießenden Effekt.

Nach dem Tonometerbefunde besteht somit auch *Traube's* Satz zu Recht: „Bei kompensierten Herzfehlern ist der mittlere Arteriendruck dem normalen Verhalten entsprechend, die Herzhypertrophie an sich steigert nicht den Druck". Natürlich macht er dabei die Voraussetzung, daß nicht besonders drucksteigernde Momente einwirken. Das gilt aber nur für die reinen Herzfehler.

Sobald irgend welche Komplikationen hinzutreten, zeigt die Schwankungskurve gleich ein anderes Bild, z. B. bei dem sehr sensiblen Patienten Stephan. Hier reichen die Druckwerte doch nahe an die Grenzen des pathologischen Druckes heran, sobald Reize irgend welcher Art einwirken. Oder der Fall Traunecker. Hier waren ja neben den klinischen Merkmalen einer reinen Mitralinsufficienz Anzeichen einer leichten akuten Myocarditis, vielleicht auch Insufficienz des Herzmuskels nach direkt vorausgangener Überanstrengung vorhanden; der Druck ist zweifellos absolut erhöht, besonders im Sitzen. Von Kompensationsstörungen war keine Rede, dafür fehlten jegliche klinische Anhaltspunkte. Mit dem Eintreten der Besserung erhielten wir im Bereich des Normalen liegende Druckwerte, d. h. relatives Sinken des Druckes.

Der Fall Knapp mit der Komplikation der Pericarditis ergiebt für diese Zeit zweifellos negative Druckschwankungen. Darnach wieder Rückkehr zum früheren Verhalten. Der Befund, daß Ergüsse in den Perikardialsack den arteriellen Druck absinken lassen, stimmt völlig mit experimentellen Ergebnissen von *Francois Frank*[1]) überein, der ein Absinken des arteriellen Drucks beobachtete, sobald er nur Flüssigkeit unter geringem Druck in die Perikardialhöhle trieb. Diese Erscheinung weist, wie *Jellinek* nachdrücklich hervorhebt, darauf hin, daß die Aktionsfähigkeit des Herzens

[1]) cit. nach *Jellinek* (19).

an sich auch ein für die Gestaltung der Druckverhältnisse maßgebender Faktor ist.

Bei Fällen mit Stenose der Mitralis sind keine Besonderheiten zu konstatieren.

Bei Ablassen einer erheblichen Ascitesflüssigkeit (Fall *Mersy*) geht der Druck um 25 mm Hg herab. Da der Erklärungsmodus, den *Hensen* für die auch von ihm konstatierte Druckherabsetzung (15—16 mm Hg) unmittelbar nach Ascitespunktionen, der Wegfall des Einflusses der Dyspnoe, in meinem Falle nicht anwendbar ist, ist ein anderer Gesichtspunkt heranzuziehen. Durch die Flüssigkeitsentziehung tritt momentan und für kurze Zeit nachher eine Verminderung des abdominalen Drucks ein; die splanchnischen Gefäße, die nunmehr eine größere Blutmenge aufzunehmen im stande sind, führen dadurch eine arterielle Druckherabsetzung herbei. In kurzer Zeit tritt eine Accommodation ein, daran erkenntlich, daß die vorherigen Werte wieder erreicht werden. Diese Befunde stehen mit der bekannten Kollapsgefahr in Einklang, die bei zu raschem Flüssigkeitsablassen droht. Daraus erhellt auch die Wichtigkeit, eine zu rasche Druckabnahme durch äußere Druckwirkung (Tücherschnürung) zu verhüten.

Wenn also bei Mitralfehlern ein abweichendes Verhalten des Blutdrucks nach einer Richtung statthat, kann mit großer Wahrscheinlichkeit mit einer Komplikation gerechnet werden. Die Bedeutung der Blutdruckmessung bei derartigen Herzfehlern dürfte in diagnostischer Hinsicht zu suchen sein.

Anders steht es mit dem Blutdruck und dessen Schwankungen bei der reinen Aorteninsufficienz. Auch hier muß ich die völlige Übereinstimmung meiner Resultate mit denen von *A. Fränkel* und *Hensen* betonen. Der Druck und die Schwankungen sind an sich hoch.

Meine Fälle waren nicht mit Arteriosklerose kompliziert. Das hervorzuheben ist um so wichtiger, als *Hensen* die Aorteninsufficienz als vierte Ursache hohen Druckes (neben Arteriosklerose, interstitieller Nephritis und Saturnismus) aufstellt und geneigt scheint, der häufig gleichzeitig vorhandenen Arteriensklerose einen Einfluß auf den hohen Blutdruck bei der Aorteninsufficienz beizulegen.

Hier können nach meinen Beobachtungen die Druckschwankungen am beträchtlichsten sein. So betrug der Druckzuwachs im Falle Belora 40—45 mm Hg, wenn ich ihn die sitzende Stellung einnehmen ließ. Die Erklärung für dieses Phänomen läßt sich aus

mechanischen Momenten geben: Plötzlicher Anstieg des systolischen Druckmaximums, mit Vermehrung des Schlagvolumens, ebenso bedeutendes Absinken während der Diastole. *Fränkel's* Erklärung, daß durch das der Norm gegenüber bedeutend vergrößerte Druckmaximum die relativ hohen Werte zu stande kommen, ist wohl als die zutreffende anzusehen. Die Ergebnisse meiner vergleichenden Druckmessungen, wonach mit größter Wahrscheinlichkeit das *Gärtner*'sche Tonometer den maximalen Blutdruck wiedergiebt, sprechen in diesem Sinne.

Nach Analogie des Druckverhaltens bei den andern Herzfehlern ist es möglich, daß bei der reinen, nicht durch Arteriosklerose etc. komplizierten Aorteninsufficienz der Mitteldruck im arteriellen System nicht erhöht ist.

Die experimentellen Resultate von *O. Rosenbach*[1]), der nach künstlicher Durchstoßung der Aortenklappen den arteriellen Mitteldruck fast unbeeinflußt sah, während sonst alle Erscheinungen einer Aorteninsufficienz auftraten, stimmten demnach mit der Pathologie der menschlichen Aorteninsufficienz gut überein.

Mit dem Verschwinden der endocarditischen Prozesse an den Semilunarklappen der Aorta und der Schlußfähigkeit des Ventils kehrt der Tonometerwert zu normalen Zahlen zurück (Fall Bellora). Aber auch dann noch ist der Druckzuwachs beim Übergang in die sitzende Stellung größer als unter normalen Verhältnissen (30 mm Hg.). Offenbar macht sich bei der momentanen Arbeitsänderung des Herzens ein geringer Defekt an den Klappen als Rest der Krankheit geltend und die Differenz zwischen der systolischen und diastolischen Phase der Herzaktion kommt wieder an der Peripherie als Folge des mechanischen Fehlers prägnant zum Ausdruck.

Diese Erscheinung scheint auch zu schwinden, sobald irgend welche Modifikationen des Fehlers hinzutreten. So ist im Falle Josef Müller bei allen sonstigen klinischen Merkmalen der Aorteninsufficienz das Ausbleiben einer Druckerhöhung meines Erachtens auf Rechnung der Dilatation des Anfangsteiles der Aorta zu setzen. Auch hier dürften die bedeutenden positiven Druckschwankungen beim Lagewechsel aus dem eben Erörterten zu erklären sein.

Wenn *Hensen* die auffallende Inkonstanz des Blutdrucks bei der Aorteninsufficienz hervorhebt, so habe auch ich ähnliches beobachten können, dann fanden aber Reize irgend welcher Art statt,

[1]) cit. nach *Kyehl*, p. 18.

die ja auch den Blutdruck eines Herzgesunden beeinflussen. Daß die Druckschwankungen so auffallend erscheinen, kann vielleicht in einer gesteigerten Sensibilität der Herznervenapparates bei derartigen Kranken liegen. Meines Erachtens aber liegt das an den excessiven Schwankungsausschlägen und dem nicht ungesetzmäßigem Verhalten, daß, je höher die Anfangswerte des Blutdrucks sind, um so krasser die Schwankung in die Erscheinung tritt. Begünstigt wird dies Phänomen bei der Aorteninsufficienz durch das starke Hervortreten der systolischen Druckmaxima.

Nach den Beobachtungen an Kranken, bei denen die Aorteninsufficienz durch andere Klappenfehler kompliziert war und wo eine Erhöhung des arteriellen Druckes ausblieb, dürfte hier der Blutdruckmessung mit dem Tonometer eine differentialdiagnostische Bedeutung beizulegen sein.

Es scheint, als ob der durch die Hypertrophie veranlaßte systolische Druckzuwachs im Herzen z. B. durch eine gleichzeitige Mitralinsufficienz abgeschwächt würde (cf. Fall Calamini).

Alle Herzfehler, die mit Degenerationszuständen des Myokards gemischt sind, sind im Verhalten des Blutdrucks von letzteren vorzüglich beherrscht. Man kann dabei die Tendenz des Blutdrucks beobachten, der untern physiologischen Grenze näher zu rücken. Langer Digitalisgebrauch beeinflußt in derartigen Fällen den Blutdruck nicht besonders ausgiebig; aber einen Einfluß übt er insofern aus, als Aussetzen der Medikation zweifellos den Blutdruck herabdrückt. Dieses Verhalten illustriert der Fall Zang sehr schön. Hier sehen wir auch, wie dem Herzen ungewohnte Leistungen den Blutdruck im Sitzen z. B. bis um 40 mm Hg. und mehr ansteigen lassen können.

Ein ganz selbständiges Druckverhalten zeigen die reinen Myodegenerationen im Stadium der Dekompensation. Es ist eine auf den ersten Blick paradoxe Erscheinung, daß bei allen sonstigen klinischen Anzeichen der geschwächten Herzleistung und gestörten Cirkulation, also auf der Höhe der Herzinsufficienz, der arterielle Druck bedeutend erhöht ist. Das Paradoxe dieser Erscheinung verliert sofort an Bedeutung, wenn wir bedenken, daß die Höhe des arteriellen Drucks nicht unter allen Umständen den Indikator für die Güte der Blutcirkulation abgiebt. Die Höhe des arteriellen Druckes ist von dem Einfluß der Dyspnoe beherrscht, dessen Zustandekommen, wie früher schon ausgeführt, noch keineswegs über allen Zweifel sicher steht. Wieviel

von der Drucksteigerung der verringerten Harnabgabe und der Überfüllung des Gefäßsystems, wieviel der orthopnoischen Stellung der Patienten zuzuschreiben ist, vermag ich nicht zu analysieren.

Für die klinische Beurteilung ist es wesentlich, daß der arterielle Druck bei ausgesprochener Kompensationsstörung des Herzens erhöht ist, trotz der starken Überfüllung des venösen Gefäßgebietes. *Sahli* (104) hat diesen Zustand denn auch als „Hochdruckstauung" bezeichnet.

In allen diesen Fällen wirkt die erfolgreiche Digitalismedikation druckherabsetzend; sobald objektive Drucksenkung durch das Tonometer konstatierbar ist, können wir sicher sein, daß die Cirkulationsverhältnisse gebessert sind. Sie sind deshalb gebessert, weil durch die Wirkung der Digitalis die Herzarbeit gebessert ist: vollständigere Entleerung des Ventrikels, gestärkte Kontraktion der Herzmuskulatur, Veränderung der Schlagvolumina, Regelmäßigkeit der Herzaktion, periphere Gefäßwirkung, kurz alle die Momente treten hervor, wie sie *Gottlieb* in seinem Referat auf dem letzten medizinischen Kongreß (104) erörtert hat.

Im Interesse der klinischen Blutdruckmessung möchte ich hier ebenfalls betonen, daß Formulierungen allgemeiner Gesetze nicht zulässig sind, als ob hoher Blutdruck identisch mit einem guten, niedriger mit absolut darniederliegendem Kreislauf wäre. Nur die Untersuchung der Druckschwankungen lassen einen Einblick in denselben thun.

Wenn auch nach hergestellter Kompensation der Blutdruck sich der obern physiologischen Grenze nähert oder dieselbe gar überschreitet, hat man an arteriosklerotische Prozesse zu denken, die fast immer, wenn auch nicht manifest, bei derartigen Herzkranken, die häufig dem höheren Lebensalter angehören, eine Rolle spielen.

Ein gesondertes Schwankungsbild des Blutdrucks beobachten wir bei dem Patienten Ohlenschläger mit Myomalacie und Adipositas cordis. Der Blutdruck neigt zu subnormalen Werten, die sich auf Herzmittel Strophanthus bessern. Das scheint centralen Ursachen, Degeneration und veränderter Kontraktilität des Herzens, zuzuschreiben zu sein. Und daß diese Sache wirklich bestand, das geht nicht nur aus dem nachträglichen anatomischen Befund hervor, sondern auch aus der klinischen Beobachtung, daß das Herz versagt bei plötzlicher Vergrößerung der Herzleistung (Hustenstöße und Aufsitzen) und der Tod eintritt.

Blutdruckmessungen sind meines Wissens an Aneurysmatikern noch wenig vorgenommen worden. Die gleichzeitige Blutdruckmessung an beiden Händen bei Aneurysmenbildung verdiente künftig mehr Beachtung.

Über ein halbes Jahr hin habe ich den Blutdruck bei dem Patienten Roder beobachtet und fast ausnahmslos, mochte ich zwei oder nur das eine modifizierte Tonometer angewandt haben, gefunden, daß der Druck in den Digitalarterien der rechten Hand niedriger war als in der linken. Im Durchschnitt ist der Druck links als ein in normalen Grenzen liegender zu bezeichnen (105 bis 110 mm Hg.). Die Differenz zwischen R. und L. beträgt zwischen 10 und 20 mm Hg. Die Druckschwankungen stehen im entsprechenden Verhältnis (sub 7./II., 29./V. etc.).

Ich habe auch sehr viele Pulskurven von diesem Falle angefertigt; zuweilen zeigen sie gleiches Aussehen, zuweilen und in der Mehrzahl ein differentes Verhalten. Palpatorisch war kein bestimmter Befund zu erheben. Die aus der großen Reihe der Kurvenaufnahmen mitgeteilten Pulsbilder zeigen rechts mehr einen anakroten, links mehr harten Puls.

Wie kann der rechts erniedrigte Druck erklärt werden? Ich glaube, das durch Perkussion, Röntgenoskopie und Phonendoskopie gewonnene Herzbild leitet uns auf den Weg (cf. Abbildung). Wenn der linke Ventrikel sich kontrahiert, so wird die Subclavia sin., die buchtige Erweiterung des Bulbus aortae berücksichtigt, eine entsprechende Blutmenge erhalten. Anders aber bei der Subclavia dextr.; durch den sackförmigen Appendix werden wohl solche Anomalien im Wellenverlaufe hervorgerufen, daß in die Anonyma dextra nicht nur weniger Blut, sondern daß dasselbe auch mit vermindertem Druck einströmt; dann wäre die Druckdifferenz auf Rechnung des Druckverbrauchs in dem sackförmigen Aneurysma zu setzen.

Die klinische Bedeutung meiner Untersuchungen erblicke ich darin, daß tonometrische Druckdifferenz zwischen rechter und linker Hand bei Aortenaneurysma oder auch Subclaviaaneurysma (Fall Hoff) die Diagnose unterstützen kann, zumal wenn die gewöhnlichen pulsuntersuchenden Methoden eine Differenz nicht erweisen können.

Noch eines sei hervorgehoben: einen pathologisch erhöhten Druck fanden wir im Falle Roder niemals, also in der Zeit nach völliger Ausbildung des Aneurysmas. Das zu betonen scheint mir deshalb von Wichtigkeit, weil ein gesteigerter Blutdruck bei Gefäßerkrankungen als eine der Ätiologien des Aneurysmas angesehen wird. Ob vor der Bildung des Aneurysmas ein erhöhter Druck bestand, entzieht sich meiner Kenntnis. Bei dem Lues verdächtigem Individuum könnte immerhin derartiges vorgelegen haben, da wiederholte Druckerhöhungen bei dem an momentanen Anstrengungen reichen Kellnerberufe nicht selten sind.

Schon von je, noch vor der Aera der Blutdruckmessung, standen nach dem Verhalten des Blutdruckes die Arteriosklerose und die Nierenerkrankung im Mittelpunkte des klinischen Interesses. Der Blutdruck bei der Arteriosklerose, von der ich zwei ausgeprägte Fälle zu beobachten Gelegenheit hatte, ist enorm erhöht.

August Groß, 31 J., Schreiner. Diagn.: Typisch primäre Arteriosklerose.

Seit einem Sturze auf den Kopf vor 18 Jahren Kopfschmerzen. Seit einem Jahre Anfälle von Herzklopfen, Gefühl unregelmäßiger Herzaktion, Flimmern vor den Augen. Hauptklagen Kopfschmerzen. Keine d. bek. Ätiologien.

Status: Mittelgr. Mann. Enorme Schlängelung der Temporalarterien. Radialis palpabel, ebenso Brachiales. Stark pulsierende Carotiden. Alle Arterien elastische, gespannte Röhren, nicht verkalkt sich anfühlend. Cor.: Shok i. V. Ic. Raum, außerhalb d. Mamill.-Lin. Grenzen: III.—VII. Rippe. L. Sternalrand bis jens. d. l. Mam.-Lin. Töne rein, II. Töne verstärkt. II. Aortenton klingend laut. Urin: vielleicht etwas Niederschlag, keine Cylinder. Ordin.: Natr. jodat. $2 \times 0{,}5$ g.

Datum	Zeit	Temp.	Puls	Blutdruck	Bemerkungen.
11. II.	3h 30′	37,2	80	230	Pulsus magnus durus Fig. 40.
13. II.	4 45′	37,0	80	230	
			100	245—250	Sitzend.
14. II.	9 10′	36,6	72	230	
			96	520	Sitzend.
22. II.	4 45′	36,4	88	205	Der Pat. ist subj. heute völlig frei von Beschwerden.
			104	230	Sitzend.

Philipp Unger, 57 J., Landwirt. Diagn.: Allgemeine primäre Alters-Arteriosklerose (Myocarditis) und sec. Schrumpfniere.

Seit vier Monaten erschwertes Atmen, Herzklopfen und Stechen in der Herzgegend. Vermehrtes Wasserlassen. Die Nierenbeschwerden angeblich später als die Atembeschwerden. Keine Ätiologie.

Stat.: Kräftiger Mann. R. Jugularis etw. stark gefüllt. R. Temporalis stark geschlängelt, l. stark fühlbar. Cor.: Shok nach l. verlagert; ruhige, regelmäßige, langsame Aktion. III.—VII. Rippe, 3 Querfinger außerhalb d. l. Mam.-Linie. L. Sternalrand. An d. Spitze II. Ton laut. An d. Aorta lauter II. Ton; in der Mitte des Herzens schwaches syst. Geräusch, auch nach der Aorta sich fortpflanzend. Puls: kräftig, regelmäßig, gespannt, stark geschlängelte Arterie, nicht rigide, nicht verkalkt. Langsamer Schlag. Warme Füße. Kein Hinken. Urin: klar, blaßgelb, spez. Gew. 1010—1012. Spur Alb. Ordin.: Bettruhe, Diät, Fachinger, Eisbeutel aufs Herz.

Datum	Zeit	Temp.	Puls	Blutdr.	Bemerkungen.
6. II.	4h		72	über 250	
7. II.	9 20′	36,2	72	245	
7. II.	3 40′	36,0	64	üb. 250	Fig. 41.
			72	270	Abschätzungsweise!
8. II.	10 30′	36,0	68	üb. 250	
9. II.	5 30′	36,2	60	„ 250	
10. II.	5	36,5	64	„ 250	
17. II.	10 30′	36,3	108	245—250	Nacht vorher apoplect. Insult. D. Pat. fällt aus dem Bette, als er nach einem Gegenstande auf dem Nachttisch greifen will. Articul. Sprachstörung. L. Facialisparese, l. subj. Armparese. Ordin.: Eisbeutel auf den Kopf. Morphiuminj. wegen der großen Uuruhe.
19. II.	10 20′	36,2	80	240	Seit 17. II. 3 Morphiumspritzen. Urin enthält reichl. Alb. — Pat. verläßt gegen ärztl. Rat die Klinik.

Diskussion: Die aufgeführten Fälle betreffen ausgesprochene primäre Arteriosklerose. Die Druckwerte sind abnorm hoch; im Falle Unger reichte die Skala des Tonometers nicht mehr aus, wenn noch weitere Blutdrucksteigerungen auftraten.

Diese meine Befunde stimmen völlig mit denen anderer Autoren (*Basch*, *Gumprecht*, *Hensen* etc.) überein.

Hensen's Vermutung, wonach die Nephritis an dem hohen Blutdruck mit einem wesentlichen Anteil beteiligt ist, scheint in unserem zweiten Falle zuzutreffen. Auf der andern Seite muß man aber nach

den Druckergebnissen bei reiner interstitieller Nephritis sagen, daß die Arteriosklerose an sich, wenn sie ausgedehnt ist, kolossale Werte erzeugt. Diese Ergebnisse verdienen um so mehr Beachtung, als sie mit einem an den peripheren kleinern Arterien angreifenden Apparate gewonnen sind, wobei die geringe Wandstarrheit des Gefäßrohres nicht in Anrechnung gezogen zu werden braucht. Daß durch die Erkrankung des Gefäßgebietes erhebliche Widerstandserhöhung eingeschaltet wird und dadurch der arterielle Druck steigt, ist wohl klar.

Daß aber auch dem veränderten Herzen selbst eine Druckbeeinflussung zukommt, muß als sicher angesehen werden. Dafür sprechen sowohl *Hensen*'s Beobachtungen, wie meine gelegentlichen an arteriosklerotischen, aber marantischen und kachektischen Individuen gemachten Wahrnehmungen. Trotz ausgesprochener peripherer arteriosklerotischer Gefäßerkrankung findet man den arteriellen Druck nicht pathologisch erhöht. In diesen Fällen[1]) wird man anzunehmen haben, daß die Herzarbeit durch Schädigung der Muskulatur infolge degenerativer Prozesse vermindert ist, so daß trotz extrakardialer druckerhöhender Momente der Blutdruck thatsächlich nicht erhöht ist. Für die Blutdruckmessung an einem reichlichen Material reiner Arteriosklerose bleibt noch manches zu thun; der Einfluß des Grades und der Ausdehnung der Arteriosklerose, ihrer Lokalisation im Körper, die Berücksichtigung der Herzmuskelverhältnisse bes. nach den anatomischen Befunden, der Einfluß gleichzeitiger nephritischer Prozesse bedürfen einer Untersuchung; den Einfluß der den Blutdruck herabsetzenden warmen Bäder bei Arteriosklerose zu studieren, dürfte eine dankbare Aufgabe sein.

Für die klinische Bedeutung der Blutdruckmessung spricht die Art des Zustandekommens des apoplektischen Insults beim Patient Unger. Derselbe richtet sich in seinem Bette unmittelbar nach länger dauernder Rückenlage auf, um einen Gegenstand (Uringlas)

[1]) Beispiel: Christian Rückle, 69 J., Taglöhner. Diagn.: Carcinoma ventriculi; ausgesprochene Arteriosklerose der grössern periph. Gef. Abgemagertes, äußerst kachektisches Individuum.

Datum	Zeit	Temp.	Puls	Blutdr.	Bemerkungen.
8. II.	5h	36,0	68	100	Psyche!
11. II.	9 15′	36,2	72	70	Arythmie Fig. 42.
13. II.	5 30′	36,4	80	75	
27. II.	12 15′		68	75	

vom Nachttische herüberzuholen, da plötzlich eine Apoplexie! Bei dieser Manipulation und dem Erheben des Oberkörpers tritt gemäß der früher erwähnten Beobachtungen eine momentane Blutdrucksteigerung auf, die um so excessiver ist, je größer der bestehende Druck vorher war. Der momentanen Blutdruckerhöhung aber vermag die zerreißliche Gefäßwand in den Hirnarterien nicht zu widerstehen.

Ich will darnach nochmals hervorheben, wie wichtig es in der Behandlung der Arteriosklerose an sich schon ist, wenn man blutdruckerhöhende Anlässe, Reize etc. prophylaktisch ausschalten kann, zumal wir fast gar keine direkt blutdruckerniedrigende Mittel kennen. —

Die Beziehung zwischen arterieller Blutdrucksteigerung und Nierenerkrankung ist seit *Traube*'s und *Cohnheim*'s Zeiten vielfach diskutiert worden; sie gehören, wie *Krehl* sich ausdrückt zu „den Lieblingsthemen der Pathologie".

Die verschiedenen Nierenerkrankungen, die mir in der Zeit meiner Beobachtungen vorkamen, habe ich auf ihr tonometrisches Verhalten ebenfalls geprüft.

Elise Forler, 34 J., Fabrikarbeiterin. Diagn.: Nephritis chron. (Bronchitis, Cystitis).

Nach mehreren Wochenbetten jedesmal Erscheinungen von Nephritis. Nach d. letzten b. Aufstehen aus dem Bett Bewußtlosigkeit, Umfallen auf d. Boden, l. Arm und l. Bein gelähmt. Kopfschmerzen, verschlechtertes Sehvermögen, kein Erbrechen, keine Urinbeschwerden.

Stat.: Anäm. Frau in leidlicher Ernährung.

Cor.: In d. Breite vergrößert, IV.—VII. Rippe, Sternalmitte bis 3 Finger außerhalb d. Mam.-Lin. — Überall Überwiegen der II. Töne, bes. an d. Aorta. Leber eben palpabel, Milz vergrößert. Extremit.: L. Arm stark paretisch, weniger l. Bein. Urin: 1008, b. Kochen minimal trüb, keine Erythro-, viel Leukocyten. 2 hyal. körn. Cylinder, sehr viel Trippelphosphatkryst. und Epithelien. Menge 1000—2400 ccm. Puls beschleunigt, regelmäßig gespannt. Vom 15. I. bis 17. II. Bronchitis.

Datum	Zeit	Temp.	Puls	Blutdruck	Urin	Bemerkungen.
11. II.	4h 15′	36,7	120	170	2000/1010	½ ‰ Alb. Fig. 43.
12. II.	5	36,7	120	170	2400/1010	
13. II.	3 45′	37,0	120	155	2200/1010	Stechen i. d. Seite.
15. II.	12 45′	36,7	112	185	2000/1010	Pat. zeigt frequ. Atmen, liegt außerd. etw. höher wie früher.

Datum	Zeit	Temp.	Puls	Blutdr.	Urin	Bemerkungen.
16. II.	4h 45′	36,9	120	180	2500/1010	
18. II.	10 05′	36,5	88	175	2200/1010	
23. II.	4 15′	36,7	100	175	1800/1010	Urin leicht trüb. b. Kochen. Atmung 44.
25. II.	10	36,2	100	180	1200/1010	Esbach knapp 1‰.
28. II.	10 30′		68	160	1600/1012	Niederer liegend. Auf Einlauf Stuhl.
5. III.	10	36,6	100	170	800/1010	Im Urin erhebl. Niederschlag.
			112	195		Sitzend.

Bertha Elfner, 29 J., Näherin. Diagn.: Nephritis interstitialis.

Seit ¾ Jahren Herzklopfen, Schleier vor d. Augen, Kopfschmerzen; Urin seit einigen Wochen vermehrt.

Stat.: Anäm. Aussehen. Cor.: Shok, nach unten u. l. verbreitert (VI. Ic.-Raum). Grenzen: oben: ob. Rand d. III. R., unten: VI. R. R.: Mitte d. Stern. L.: fast vordere Axillarlinie. I. Ton an d. Basis verdoppelt (Galopprhythmus), auch undeutl. an der Spitze. Puls strangförmig, nicht unterdrückbar, hart. Urin schillernd, klar. Menge ca. 2000 ccm. Eiweiß wechselnd. Einzelne hyal. Cylinder.

Datum	Zeit	Temp.	Puls	Blutdr.	Urin	Bemerkungen.
12. III.	4h	36,4	88	245—250	1800/1010	Fig. 43/I.
14. III.	3 45′	36,5	88	üb. 250 / ca. 270	2000 1010	
19. III.	4 10′	36,4	80	225—230	2000/1010	2,25 ‰ (Esbach) Alb.
23. III.	10 30′	36,2	84	220—225	2000/1010	4 ‰ „ „ Wegen Kopfschm. 2×0,5 Aspir. gegeben worden. Nasenbluten.
			96	245—250		Sitzend.
26. III.	9 45′	—	92	215		V. 27. III. 3×wöchtl. ein Schwitzbad. 1,0 Aspir. gegen Kopfschmerzen.
27. III.	4	36,8	92	215		V. d. Schwitzbad Fig. 43/I a.
27. III.	6		112	215		Von 4h 30′—5h 30′ Schwitzbad; wegen Herzklopfen beendigt. Fig. 43/I b.
28. III.	11	36,2	100	220	2000/1010	B. 240 wird d. Durchschiefsen der Wellen gefühlt. Pat. wird auf kurze Zeit aus fam. Gründen entl.

Datum	Zeit	Temp.	Puls	Blutdr.	Urin	Bemerkungen.
1. IV.	4 20′	36,5	96	215		Pat. ist heute morgen wieder eingetreten.
23. IV.	10 45′	36,4	84	205—210	2000/1007	$1^2/_3$ ‰ (Esbach).
	6 30′		96	205		Nach $1^1/_2$ stdg. Schwitzbad.
24. IV.	9 45′	36,5	88	200		
28. IV.	6 20′	36,8	92	250	2100/1009	Pat. ist erregt wegen geplanter klinischer Demonstration. Auch hat sie Kopfschmerzen, schlechten Schlaf gehabt. Esbach 6 ‰.

Elise Bortfeld, 49 J., Verkäuferin. Diagn.: Nephritis interstitialis mit sec. Arteriosklerose. Pleuritis sero-fibrin. rheumat.

Kurz nach Weihnachten 1900 Atembeschwerden bei körperl. Bewegungen, Enge und Druck auf der Brust. Nichts auffälliges von seiten des Urins. Stuhlgg. von je angehalten.

Stat.: Thorax: L.seit. Pleuritis exsud. et sicca. Cor.: Aktion erregt. Grenzen: III.—VI. R., r. Sternalr., l. nicht bestimmbar. Am V. Punkt syst. Ger. nach allen Ostien hin. II. Töne auffallend laut und klappend. Urin klar, neutr. 1010, Alb. — Puls gespannt, Rad.-Arterie geschlängelt, elastisch. Ordin.: Diät, Priefsnitz, Salicyl.

Datum	Zeit	Temp.	Puls	Blutdr.	Urin	Bemerkungen.
25. I.	5h 30′	36,9	100	185	1000/1015	Pat. erregt; hält d. Apparat für einen elektrischen.
26. I.	10 25′	36,7	80	165	1000/1014	Ord.: Schmierseifeneinreibung auf den Thorax. Fig. 44.
27. I.	12	36,4	80	170		
28. I.	9 15′	37,1	76	150	1000/1015	Keine bes. Beschwerden. Pleuritis i. Rückgang.
29. I.	9	36,4	76	165	1000/1020	2 ‰ (Esb.) Alb.
30. I.	9 30′	36,6	68	155		
1. II.	10	36,2	76	170		
2. II.	9 30′	36,2	76	170		
4. II.	10 40′	36,4	76	160		Menses schwach.
5. II.	4 45′	36,6	68	175		
7. II.	9 40′	36,1	72	175		
8. II.	10	36,1	72	175		Pat. fühlt sich heute wohl.
10. II.	6	36,4	72	190		Pat. hatte Nachm. Besuch.
			72	200		Sitzend.

Datum	Zeit	Temp.	Puls	Blutdr.	Urin	Bemerkungen.
14. II.	10 35′	36,3	72	185		
			88	210		Sitzend.
17. II.	10	36,4	76	185		
19. II.	12 30′	36,6	80	200	1500/1014	1¼‰ Esbach. Pat. hatte schlecht geschlafen, Kopfschmerzen, fühlt sich „nervös“.
20. II.	4 30′	37,2	80	205	1100/1015	Es werden Codeïn und Brom ordin.
21. II.	3 30′	36,0	80	170	1800/1010	
22. II.	5 45′	36,6	76	190	1000/1012	Kurz vorher durch Lachen erregt.
25. II.	9		64	175	1200/1010	2‰ Esbach.
27. II.	12 40′		72	185	1200/1014	Pat. arbeitete vormittags sitzend i. Bett Alb. ¼‰.
			84	215		Sitzend.
11. III.	12 15′	37,3	80	170	1800/1022	

Friedrich Hermann, 16 J., Spengler. Diagn.: Nephritis parenchymatosa. Angina follicularis.

Seit zwei Jahren des öftern Halsentzündungen. Nunmehr Brennen beim Wasserlassen.

Stat.: Mittelgr., etwas anäm. Mensch in leidlicher Ernährung. Auf den Tonsillen gelbe Pfröpfe; geringe Drüsenschwellg. am Kieferwinkel.

Cor.: etw. verbreitert. Sternalmitte bis 1 Querfinger außerhalb der l. Mam.-Lin. III.—VI. Rippe, Aktion regelmäßig, Töne rein. II. Arterientöne accent. Puls leicht gespannt, Arterienwand weich. Urin trüb, sauer. 1020 — Alb. — W. u. r. Blk., einige Nierenepithelien, Fettkörnchenzellen, mehrere hyalin-körn. Cylinder. Ordin.: Diät, Fachinger.

Datum	Zeit	Temp.	Puls	Blutdr.	Urin	Bemerkungen.
6. V.	10h	36,1	72	120	1600/1015	Pat. hat Angst: ½‰ Alb.
				100		Etwas später.
8. V.	4 30′	36,7	64	105—110	1700/1013	¼‰ Alb.
19. V.	10	37,3	60	85—95	1800/1014	Puls etw. unregelmäßig; am V. Punkt Galopprhythmus.
20. V.	10 25′	36,5	70	100—105	1800/1015	Morg. u. abends 15 gtt. Tct. Stroph. Puls wieder regelmäßig.
21. V.	10 50′	36,3	70	100—105	2000/1018	Manchmal noch Aussetzen d. Pulses. Urin klar.
20. VI.	10 35′	36,7	72	105—110	1800/1010	Seit ca. 3 Wochen kein Alb. mehr.

Bernhard Eder, 20 J., Schlosser. Diagn.: Nephritis parenchym. hämorrhag. acut. (Pleuritis serofibrin. exs. sin.; Suspic. affect. apic. sin.; affect. lar. tbc.).

Seit 4 Tagen Dunkelfärbg. des Urins. Schmerzen in der Nierengegend. Menge nicht verändert. Stat. Cor.: o. Bes. Puls voll. Urin: Menge vermehrt. In der Nierengegend beim Husten Schmerzen. Urin sauer, spez. Gew. 1018 bis 1020. — Alb., Blut, zahlr. hyal. und körnige Cylinder. Ordin.: Bettruhe, Milchdiät. Fachinger Wasser. Prießnitz um die Nierengegend.

Datum	Zeit	Temp.	Puls	Blutdr.	Urin	Bemerkungen.
8. III.	11h 15′	37,4	72	95	1600/1015	Diffuse Bronchitis; weniger Alb.
11. III.	12		76	90	1400/1016	L. h. Symptome v. Pleuritis. Urin enth. Alb.
16. III.	10	37,9	72	85	1200/1015	Esbach $^1/_2$ ‰. Urin weniger bluthaltig. Pleuritis l. weiter geschritten.
2. IV.	5 15′	37,0	64	95	2500/1015	Pleuritis fast völlig geschwunden.
23. IV.	10 30′	36,6	100	95—100	1800/1020	Etwas Alb. 24. IV. auf W. entlassen.

Datano Albino, 29 J. Diagn.: Nephritis hämorrhagica acuta.

Seit 3 Wochen Schwellung der Beine; kein vermehrter Urin, aber dunkelfarbig. Kein Herzklopfen.

Stat.: Sehr kräftiger, gut genährter Mann. Cor.: Grenzen: III.—VI. R. R.: l. Sternalrand; l. 2 cm außerhalb d. Mam.-Lin. — Töne rein, voll. II. Töne an d. Basis accent. Aktion kräftig. Puls regelmäßig. Arterienwand weich. Der Unterschenkel prall ödematös. Urin trüb, Alb., spez. Gew. 1014. R. u. w. Bl.-K. — Hyaline- und Körnchencylinder. Epithelzellen. Ordin.: Milchdiät.

Datum	Zeit	Temp.	Puls	Blutdr.	Urin	Bemerkungen.
25. III.	10h	36,8	60	180	1000/1015	Rheumatoide Schmerzen. Heiße Bäder u. Schwitzen[1]).
26. III.	4		72	155		Fig. 45.
				135		Nach $1^3/_4$ std. Schwitzen.
27. III.	4 07′	37,4	68	145	1500/1020	Knapp 4 ‰ Alb. i. Urin v. 25. III.
28. III.	9		84	125—130		5 × 0,5 gr. Aspirin.
				105—110		Nach dem Schwitzen.

[1]) Die Schwitzbäder wurden folgendermafsen angewandt: 25—30 Minuten Verbleiben in einem 38—39° C. warmen Vollbad. Dann in vorgewärmtes Bett. Der Körper wird in ein Leintuch und 2 Wolldecken eingeschlagen. Wärmflaschen. Innerlich heißer Thee. Nach dem Schwitzen kalte Abwaschung.

Datum	Zeit	Temp.	Puls	Blutdr.	Urin	Bemerkungen.
30. III.	9h 35′		76	110		2½ ‰ Alb.
2. IV.	11 25′	36,9	64	95	1000/1022	Puls weniger gespannt. Am 18. IV. auf W. entlassen. Bis dahin aus äufseren Gründen eine Weiterbeobachtung unmöglich.

Anna Frank, 31 J. Diagn.: Nephritis hämorrhag. subacuta.

Nach normalem Wochenbett des Abends Anschwellung der Beine. Seit 1 Jahre Herzklopfen. Seit ca. 14 Tagen Abnahme der Urinmenge, dunkelrote Färbung, Brennen b. Wasserlassen. Neigung zur Obstipation.

Stat.: Kräftige Frau in guter Ernährung. Leichte Anämie. Cor.: In der Breite vergröfsert. III.—VI. Rippe. Sternalmitte bis jens. d. l. Mam.-Linie. Töne rein, II. Töne bes. an d. Arterienostien verstärkt. Akt. regelmäfsig. Puls gespannt. Ordin.: Milchdiät; heifse Bäder mit Schwitzen. Urin: Zahlr. r. u. w. Bl. K.-Hyal. Cyl.; Körnchencyl. Epithelien.

Datum	Zeit	Temp.	Puls	Blutdr.	Bemerkungen.
27. III.	4h 45′	38,1	88	137	4 ‰ Alb.
28. III.	11 15′			105	Vor ¼ Std. Beendigg. eines 2stündg. Schwitzbades.
29. III.	9		92	125	Vor dem Bade Fig. 46.
			88	100	Nach dem Bade Fig. 46 a.
30. III.	9	36,9	92	125	Vor } d. Bade Subj. Besserung. Im
				95—100	Nach } Urin weniger Alb.
2. IV.	12	36,9	84	115	Von 8h 30′—10h 30′ Schwitzbad.
2. IV.	4 10′	36,6	84	115	1,5 ‰ Alb. 3. IV. gg. ärztl. Rat entlassen.

Peter Müller, 19 J., Schiffer. Diagn.: Nephritis parenchym. hämorrhag. acuta desquam. (Hydrops universalis).

Vor 4 Wochen plötzl. Schwellung von Hals, Brust und Gesicht, Füfsen. Urin dunkler, keine Schmerzen beim Wasserlassen. Keine Herzbeschwerden. Mäfsiges Potatorium.

Stat.: Mittelgr. Mann v. anäm. Aussehen. Haut blafs. Pulm.: r. h. u. handbreite Dämpfg. Atmg. u. Fremitus abgeschwächt.

Cor.: ob. Rand d. III. R. — R. Mitte des Sternums. L. außerhalb der Mam.-Lin. Aktion kräftig. Töne rein, II. Arterientöne verstärkt. Puls gespannt. Urin: trüb. sauer. viel Alb. Etw. Sanguis. Mikr.: Viele hyal., körnige Epithelcyl.,

reichl. Leukocyten, weniger Erythrocyten. Nierenepithelien. Ordin.: Milchdiät, Fachinger. Jeden II. Tag Schwitzbäder. Prießnitz um die Nierengegend.

Datum	Zeit	Temp.	Puls	Blutdr.	Bemerkungen.
2. IV.	4h 20′	36,7	68	135—145	Fig. 47. Zwischenzeitl. starke Ödeme. Ascites, Hydrothorax. Esbach bis 12‰ Alb. — Angina Follic. Ord.: Kal. acetic. i. Chinadecoct.
25. IV.	2 15′	36,9	68	180—185	Urin 2000/1016. Fig. 47 a. Cor.: Rechter Sternalr., äußerer Rand d. Mamilla. II. Aortenton musikal. accent.
			76	195	Sitzend.
26. IV.	5 15′	36,9	72	165	Von 7—10h Schwitzbad.
6. V.	9	36,4	88	160	Urin 2200/1012. Vor 1/2 Std. ein Schwitzbad. Fig. 47 b. Ascites etc. gering.
11. V.	9 30′	36,3	84	180	Urin hell. Esbach 8‰. 12. V. gg. ärztl. Rat nach Hause geholt.

Diskussion: Der Blutdruck ist bei den Kranken mit interstitieller Nephritis dauernd und beträchtlich erhöht. Durch anerkannt blutdruckherabsetzende Mittel wird er kaum beeinflußt. So haben Schwitzbäder so gut wie keine Wirkung; höchstens geringe Senkung neben verminderter Urinmenge aus naheliegenden Gründen. Vielmehr sehen wir im Falle Elfner den Blutdruck gegenüber dem Werte vor dem Bade erhöht und zwar infolge der vermehrten Schlagfrequenz des Herzens.

Ruhelage ist allerdings im stande, den Druck herabzusetzen, wenn auch nicht dauernd; denn psychische oder somatische Alterationen lassen den Druck wieder auf die ursprüngliche Höhe ansteigen. Ebenso hat das Fieber, wie bereits erörtert, im Falle Bortfeld, passagere blutdruckerniedrigende Wirkung. Eine Beziehung zwischen Blutdruck und Urinmenge oder quantitativer Albumenbeschaffenheit kann ich nicht ausfindig machen. Eine geringe negative Schwankung des Drucks tritt neben Verminderung der Urinmenge bei Durchfällen auf.

Pleuritische Erkrankung beeinflußt weder im Falle Bortfeld noch Forler den Blutdruck irgendwie, insofern keine Atmungsanomalien auftreten.

Ein ganz anderes Bild bieten die parenchymatösen Nephritiden dar. Der Blutdruck bewegt sich in den physio-

logischen Grenzen; höchstens rufen Temperatursteigerungen geringe negative Druckschwankungen hervor. Albumen und Urinmenge scheinen quoad Blutdruck ohne Belang.

Dem gegenüber stehen wiederum die akuten hämorrhagischen Nierenentzündungen. Hier finden wir auf der Akme der Erkrankung bedeutende Blutdruckerhöhung neben andern klinischen Symptomen der Überlastung des Kreislaufs (Aktion des Herzens, Qualität der Töne etc.). Diese Fälle werden im Blutdruckverhalten außerordentlich günstig durch Schwitzbäder beeinflußt; der Blutdruck wird nicht nur unmittelbar nach dem Bade bedeutend herabgesetzt, sondern durch fortgesetzte Bäderbehandlung auch dauernd bis zur Erreichung normaler Werte. Die Urinmenge nimmt natürlich ab. Die übrigen Symptome schwinden und allgemeine Besserung stellt sich ein.

Ein eigentümliches Verhalten, eine Art Mittelstellung, nimmt der Fall Müller ein (subakute parenchym. N.). Im Anfange der Beobachtung überschreitet der Druck nur um weniges die äußerste physiologische Grenze. Im weiteren Verlaufe stellt sich allgemeines Anasarka ein, der Albumengehalt steigt weiter bis auf 12‰ (Esbach) an und der Blutdruck ist beträchtlich erhöht. Wohl wird er durch Schwitzbäder unmittelbar herabgesetzt, aber er bleibt dauernd abnorm hoch.

Mit diesem Ergebnisse stimmen im allgemeinen frühere Untersuchungen von *Christeller* (35) und *Hensen* überein. Auch diese Autoren fanden bei chronisch interstitieller Nephritis enorme Drucksteigerung im arteriellen Gefäßgebiet, dagegen bei andern Nephritisformen, so der chronisch parenchymatösen, den Druck annähernd normal. Die Nachforschung in der neuern Litteratur über Blutdruckmessung bei akuter Nephritis ergab mir nur eine Nachricht über derartige Beobachtungen aus der Klinik von *Escherich* (22), und diese betreffen Kinder. Die Messungen sind mit *Gärtner*'s Tonometer angestellt. Dort wird gesagt, die erhöhte Spannung bei der akuten Nephritis sei nicht so ausgesprochen wie bei Erwachsenen.

Die Erklärung der arteriellen Drucksteigerung bei Nierenerkrankungen, so sicher die Thatsache selbst schon lange für die Schrumpfniere bekannt ist, kann auch heute nach dem derzeitigen Stand unserer Kenntnisse noch nicht strikte gegeben werden. Ich verweise auf die betr. Darstellung in *Krehl*'s „Pathologischer Physiologie" (91).

Man muß, wie mir scheint, die interstitiellen Nierenerkrankungen

streng auseinander halten von den andersartigen Nephritiden, wenn man einen Einblick in das Zustandekommen der Blutdruckerhöhung gewinnen will.

Die dauernde Blutdrucksteigerung kann, nach vielfältigen Beobachtungen, schon vorhanden sein, noch ehe andere geläufige Symptome darauf hinweisen. Bei der chronisch interstitiellen Nephritis hat es den Anschein, als ob die Einflüsse des Herzens und der Gefäße zusammen den enormen Druck bewirkten.

Für die anderen Nephritisformen muß man nach andern Erklärungen suchen. Im akutesten Stadium ist, wie wir sahen, der Blutdruck ja zweifellos erhöht. *Strümpell* (124) nimmt an, daß die nicht zur Ausscheidung gelangenden Stoffe eine Kontraktion der kleinen arteriellen Gefäße und damit die Druckerhöhung bewirkten: das schließt er daraus, daß das Herz zu dieser Zeit noch keine Hypertrophie erkennen läßt. Die Frage einer möglichen direkten Herzmuskelreizung läßt *Strümpell* hier offen.

Die Möglichkeit ist endlich nicht von der Hand zu weisen, daß hydrämische Zustände bezw. eine Überlastung des Kreislaufs durch eine übernormale Flüssigkeitsmenge auf den Blutdruck zurückzuwirken vermöchte.

Dieser Einfluß der Flüssigkeitsmenge ist aber experimentell und klinisch dargethan (*Johansson* und *Tigerstedt*, *Maximowitsch* und *Rieder*, *Örtel* etc.). Dafür sprechen vermutlich meine Befunde, daß durch energische Diaphorese, also ausgiebige Gefäßerweiterung und Abfuhr von Flüssigkeitsmaterial der Blutdruck nicht nur direkt nach der Schwitzprozedur absinkt, sondern bei längerm Gebrauch völlig normale Werte erreicht.

Daß die parenchymatöse Nephritis auch nach dem Eintritt ins chronische Stadium den Blutdruck nicht beeinflußt, trotzdem das Herz eine Veränderung erfährt, bleibt eine nicht zu erklärende Erscheinung.

Die klinische Bedeutung meiner Befunde gehört in das Gebiet der differentiellen Diagnostik. Diese Bedeutung ist auch schon von *Schüle* (41) erkannt worden und ich kann seine zutreffende Bemerkung Wort für Wort bestätigen: „auch für die Diagnostik der beginnenden chronischen interstitiellen Nephritis ist es von größter Bedeutung, den Blutdruck zu kennen. Giebt es doch initiale Fälle, wo noch keine palpablen Veränderungen am Herzen und an den Gefäßen zu finden sind, bei denen das Eiweiß längere Zeit fehlt, oder wo eine leichte Albuminurie, deren Provenienz unklar ist, die

Beurteilung der Affektion sehr erschwert. Hier kann eine konstant beobachtete Steigerung des arteriellen Drucks der Diagnose eine bestimmte Richtung geben".

Ich hätte gerne alle Formen des wechselreichen Bildes der Nephritis untersucht; dazu bedarf es aber einer längeren Zeit als mir zur Verfügung stand.

Nächst den Erkrankungen des Kreislaufapparates war es von Interesse, zu studieren, ob vielleicht eine pathologische Beschaffenheit des Blutes direkt oder indirekt auf die Schwankungen des Blutdrucks einen erkennbaren Einfluß ausübten.

Clara Löffelhardt, 21 J. Diagn.: Chlorosis.

Cor.: Shok verbreitert zu fühlen. Grenzen: III.—VI. R. L. Sternalrand bis aufserhalb d. Mam.-Linie. An der Spitze ein syst. Ger., am stärksten an der Basis. II. Ton zieml. laut. Hbgehalt 40%.

Datum	Zeit	Temp.	Puls	Blutdr.	Bemerkungen.
5. III.	6h	37,6	64	115	
9. III.	10	36,1	72	95	
			84	105	Sitzend.

Luise Höfer, 18 J. Diagn.: idem.

6. III.	11h	36,2	60	95	
15. III.	6	36,1	60	95	
				105	Sitzend.

Elise Müller, 18 J. Diagn.: Chlorosis gravis. Gastroptose.

4. III.	5h 15′	37,2	100	130	Psych. erregt.
5. III.	5 45′	37,3	80	120	
			100	135	Sitzend.
9. III.	9 45′	36,9	88	115	
			100	135	Sitzend.

Helene Knoll, 20 J. Diagn.: Chlorosis.

6. III.	11h 15′	36,4	88	105	Psyche.
7. III.	11 20′		80	90	
			104	110	Sitzend.
11. III.	11 25′	36,2	80	90	
			84	95	Sitzend.
23. III.	11	36,2	88	90	
			104	100	Sitzend.

Anna Stähle, 19 J. Diagn.: idem.

Datum	Zeit	Temp.	Puls	Blutdr.	Bemerkungen.
4. III.	5h 40′	36,9	100	105	25% Hb.
6. III.	11 30′	36,5	72	100	
			96	110	Sitzend.
9. III.	10 15′	36,5	72	95	Durchfälle.
			88	105	Sitzend.
16. III.	11 45′	36,7	76	105	
			96	110	Sitzend.
19. III.	11	36,1	84	105	
				115	Pat. versuchte das Lachen zu unterdrücken.
19. III.	1		116	125	Pat. ist seit 12h 50′ aufgestanden.
			128	135	5mal Auf- und abgehen im Zimmer.
23. III.	11 40′	36,7	84	125	Kopfschmerzen.
30. III.	10	37,2	88	90	Hbgehalt 53%.
			116	100	Sitzend.
25. IV.	6 15′	37,3	92	75	Hbgeh. 75%. Angina follicularis. Temperatursteigerungen.
4. V.	9 55′	37,2	78	95	Hbgeh. 75%. 7. V. entlassen.

Jakobine Ziegler, 18 J. Diagn.: Chlorosis gravis.

19. III.	4h	37,4	76	95	Hbgeh. 25—30%. Pat. liegt etw. erhöht.
22. III.	10 45′	36,6	84	85	
			96	100	Sitzend.
31. III.	12	36,9	88	65—70	Pat. hat starke Kopfschmerzen.
			92	80	Sitzend. Bei der sehr zarten Haut d. Pat. sieht man das Pulsieren der Digitalarterien u. die Ausbreitung d. Röte.
1. IV.	11 30′	36,9	88	80	
23. IV.	10	36,9	72	90	
			88	105	Sitzend.
27. IV.	9	37,3	60	90	
			72	105	Sitzend.
6. V.	8 25′	37,0	64	95	
			76	100	Hbgeh. etw. über 35%. 10. V. entlassen.

Elisabeth Lauer, 19 J. Diagn.: Chlorosis.

Datum	Zeit	Temp.	Puls	Blutdr.	Bemerkungen.
15. III.	6h 30′	36,4	100	115	
16. III.	12	36,6	76	115	Hbgeh. 30—35%.
			96	125	Sitzend.
19. III.	10 50′	36,6	100	115	
			112	130	Sitzend.
23. III.	11 30′	36,5	80	115	
			92	125	Sitzend.
29. III.	6	37,1	100	115	Cor in der Breite vergrößert. Syst. Ger. an d. Pulmonalis bes. deutl.
			104	125	Sitzend. Ein Teil des Apparates fällt, Schreck 140 mm Hg.
1. IV.	4	37,4	96	120	Wg. auffallend gedunsenem Aussehen v. 12—2h Schwitzkur.
2. IV.	6 35′	37,1	88	105—115	Hbgeh. 33%. D. Verbreiterg. nach r. ist nicht mehr nachweisbar. D. syst. Ger. an d. Basis noch vorhanden.
30. IV.	11	37,1	68	110	Hbgeh. 62%. Seit 23. IV. d. Schwitzen ausgesetzt.
11. V.	10 35′	36,7	64	105—110	Hbgeh. 80%.

Mina Kirdorf, 20 J. Diagn.: Chlorosis; Ulcus ventriculi.

2. IV.	6h 30′	36,6	60	90	
3. IV.	11 15′	36,6	60	85	Puls exquisit verlangsamt.

Lydia Lichtenfels, 18 J. Diagn.: Chlorosis; Neurasthenie.

2. IV.	12h 10′	36,8	76	85	
5. IV.	9 20′		88	85—90	

Kätchen Retzer, 20 J. Diagn.: Chlorose.

Cor.: Unterrand d. II. R.; r.: Mitte d. Sternums; l.: ½ Querfinger außerhalb d. Mam.-Lin.; unten: VI. R.

22. IV.	6h	36,7	104	95	Hbgeh. 30%.
			120	115	Sitzend.
23. IV.	10 40′	36,6	100	90	
			112	105	
24. IV.	9 40′	36,6	96	90	Subj. Wohlbefinden.
			108	110	Sitzend.
18. VI.	11		72	105	Stat. cordis idem. An d. Basis leichtes syst. Blasen; am deutlichsten über d. Pulmonalis. II. Pulmonalton acc. Hbgeh. 50%.
			80	115	Sitzend. 19. VI. entlassen.

Auguste Staiger, 37 J. Diagn.: Perniciöse Anämie neben Endocarditis und Pleuritis serofibr. exsud. sin.

Wachsbleiche, stark anämische Frau, Haut welk.

Cor: Dämpfg. vielleicht etwas nach l. verbreitert. Spitzenstofs hebend. An d. Herzspitze praesyst. Ger., dreiteil. Rhythmus. II. Pulmonalton klappend. Pulmones: l. h. u. Dämpfg. etc. Puls weich, frequent, monokrot. Urin: Spur trübe. Blut: Poikylocytose, starke Verminderung d. Erythrocyten. Herabsetzg. des Hbgeh. 20—25%. Augenhintergrund zahlr. kleine Blutungen, Papille blaß. Ordin.: Eisblase aufs Herz. Strophanthus. Condurangowein.

Datum	Zeit	Temp.	Puls	Blutdr.	Bemerkungen.
5. VI.	3	38,5	120	55	
24. VI.	9	37,0	96	65	Seit mehreren Tagen von Erbrechen frei.
2. VII.	10 20′	37,4	104	60—65	d. l. Herzton rauh; an d. Spitze dreiteil. Rhythmus.
					3. VII. entlassen.

Friedrich Krug, 32 J. Diagn.: Leukämia lienalis et myelogen.

Beginn der Erkrankung vor 2 Jahren. Viele Durchfälle, kein Blutverlust; keine Schmerzen; Kurzatmigkeit bes. i. Gehen, keine Ohnmachtsanfälle.

Stat.: Gut gebauter, kräftiger Mann. Mäßige Anämie. Thorax: Bes. Brustbein auf Beklopfen gering druckempfindlich. Herztöne rein, Aktion regelmäfsig. Diaphragma: L. h. IX. R., r. h. X. R. Abdomen: Grofser Tumor, unter dem l. Rippenbogen verschwindend, bis auf die Darmbeinschaufel und zum Nabel reichend. Rechte Unterbauchseite leer. Breite 21, Länge 39 cm. Blut: Leukocyt. sehr vermehrt. Lymphocyten, Makrocyten, Mastzellen, kernhaltige rote Bl.-K. Urin: Sedimenthaltig.

Datum	Zeit	Temp.	Puls	Blutdr.	Bemerkungen.
8. II.	4h	37,0	84	120	Psyche.
11. II.	9	36,3	80	110	Erythrocyt.: Leukocyt. = 5 : 1. Hbgeh. 40%.
			104	135	Sitzend. Pat. hat auch i. Sitzen Schmerzen.
13. II.	5 45′	37,0	88	110	
26. II.	10 30′		76	80	Pat. hat viele Durchfälle.
27. II.	5 15′	37,0	104	85	D. Leib ist stärker geworden; Erythrocyt.: Leukocyt. = 13 : 1.

Peter Kamm, 53 J. Diagn.: Leukämia lymphatico-lienalis.

Pat. schon d. öfteren in d. Klinik. Keine bes. Schmerzen. Druckgefühl i. Leibe. Stuhlgang immer angehalten (Laxantia stets nötig). Abendliche Anschwellung der Beine, b. Aufstehen gesteigert. Kein Fieber. Bei körperl. Anstrengungen Kurzatmigkeit. Keine Herzbeschwerden. Keine Gewichtsabnahme. Stat.: Großer kräftig gebauter Mann. Abgemagert. Am Halse um d. Unterkiefer grofse Drüsenpackete, ebenfalls in d. Axilla u. unter d. Pektoralis. Auf d. Rücken in den Schulterblattmuskeln ebenfalls Drüsentumoren. Beine ödematös. Leib aufgetrieben; grofse Tumoren in demselben tastbar, teils Drüsenpackete, teils vergrölserte Leber und Milz. Starke Druckempfindlichkeit des Sternums. Lungen und Herz o. Bes. Pulsbild: Kräftiger Pulsus celer. Milz 28:14,5 cm. Blut: Enorme Vermehrg. d. w. Bl.-K., hauptsächl. Lymphocyten. R.: w. Bl.-K. = 7:1. Hbgeh. 45%. Urin trüb. (Pat. schwitzt viel.)

Datum	Zeit	Temp	Puls	Blutdr.	Bemerkungen.
18. V.	11h 45′	36,5	72	85	Puls prall, leicht unterdrückbar.
21. V.	10 15′	36,6	84	85—90	Urin 1000/1025 sediment.
25. V.	2	36,5	80	100—110	Puls voll. Digitalinf.
26. V.					Urin 1800/1020 Alb.
29. V.	11 15′	37,8	84	95—100	Urin 1600/1021. r. Bl.-K.: w. Bl.-K. = 4:1. Hbgeh. 40%.

Magnus Neubeck, 13 J. Diagn.: Pseudoleukämia lienalis.

Stat.: Normal gebauter Junge, etwas infantil.

L. am Halse, unteren Unterkieferrand und in d. Axilla grofse Tumoren. Abdomen aufgetrieben, nicht druckempfindl. Herz normal. Puls weich. Milz enorm vergrößert, 29:15 cm. Leber vergrölsert Blut: Normale Zahl der r. Bl.-K., minimale Vermehrung der w. Bl.-K. — Hbgeh. 70%. Abendlich stets Temperatursteigerung. Therapie: Arsenik.

Datum	Zeit	Temp.	Puls	Blutdr.	Bemerkungen.
21. V.	9h 30′	36,4	100	85—95	
23. V.	7 30′	38,0	104	80	In d. r. unteren Bauchhälfte verschiebl. Ascites.
25. V.	2	37,0	108	95—100	
29. V.	11 15′	36,3	108	95—100	
6. VI.	9 20′	36,5	92	90	Ascites deutl. Milz 28:12,5. Lymphdrüsen unverändert.
8. VII.	10 50′	37,2	88	90—95	Keine Klagen.

Diskussion: Aus meinen Beobachtungen geht hervor, daß die Blutdruckwerte von Chlorose-Kranken innerhalb normaler Grenzen sich bewegen.

Der Druck bleibt während der ganzen Dauer der Behandlung nahezu konstant, wenn auf gleichmäßige Lagerung der Individuen und gleiche äußere Bedingungen während der Messung geachtet wird. Es hat den Anschein, als ob am Ende der Behandlung im Krankenhause, also nach Zunahme des Hämoglobingehaltes, der Blutdruck gegen den Anfang erniedrigt sei. Da die Schwankungsgröße aber in die Breite der sonstigen Druckexkursionen fällt, so glaube ich diesem Verhalten kein besonderes Gewicht beilegen zu dürfen, zumal die Abnahme aus der ruhigen Bettlage und der Abhaltung der das Herz irritierenden Momente erklärt werden kann.

Ich konnte ebensowenig wie *Hensen* eine Beziehung zwischen Blutdruck und Hämoglobingehalt konstatieren. Wohl aber ist hervorzuheben, daß der Druck mit größern als normalen Schwankungen auf Reize, seien sie psychischer oder somatischer Natur, reagiert. Der Schwankungswert vom Übergang aus der horizontalen in die sitzende Stellung überschreitet zwar nicht das normale; Körperbewegungen ausgedehnterer Natur oder Aufenthalt außer Bett steigern den Druck dagegen beträchtlicher.

Die leichte Erregbarkeit des Herzens und der Gefäße, die sich auch sonst schon auf nervöse Reize hin in vasomotorischen Erscheinungen wie Erröten etc. widerspiegelt, äußert sich demnach auch im Verhalten des Druckes.

Die Bedeutung, die excessive Drucksteigerungen für Chlorotische haben können, habe ich ausführlicher an früherer Stelle (beim *Valsalva*'schen Versuche) erörtert.

Im Gegensatze zur Chlorose ist der Blutdruck bei der perniciösen Anämie zweifellos herabgesetzt bis nahe zur vitalen Grenze. Die Patientin Staiger will vor dem Krankenhauseintritt viel Blut verloren haben; außerdem ist die gleichzeitige Komplikation einer Endocarditis hervorzuheben. Immerhin ist bemerkenswert, daß die Patientin trotz ausgesprochenen Lufthungers und frequenter Atmung einen so tiefen Stand des Blutdrucks erkennen läßt; die Vermutung einer Schädigung des Herzens liegt daher sehr nahe. Leider entzog sich dieser Fall zu früh meiner Beobachtung.

Ein anderer Fall, den ich während des Abschlusses dieser Arbeit mehrmals mit dem Tonometer zu messen Gelegenheit hatte,

zeigte ein gleiches Verhalten. Die Wahrscheinlichkeitsdiagnose lautete auf perniciöse Anämie; der Patient (Schork) zeigte den äußersten Grad von Anämie (Hbgeh. 10—12%) und einen Blutdruck von 55 mm Hg.

Was den Fall mit Leukämia lienalis anbelangt, so zeigt sich während des Krankenhausaufenthalts eine zweifellose Blutdruckabnahme. Ob diese auf die profusen Durchfälle zu beziehen ist oder auf die Blutveränderung während der Beobachtungszeit, vermag ich nicht zu entscheiden. Im ganzen neigt der Blutdruck nach der untern physiologischen Grenze.

Dasselbe ist bei der lymphatisch-lienalen Form der Fall, zumal Atheromatose der Gefäße bestand. Das Herz selbst zeigte normalen Befund.

Ausgehend von einer Beobachtung *Friedmann*'s (40), der bei einem an lymphatischer Leukämie mit gleichzeitiger Herzinsufficienz erkrankten Individuum auf Digitalismedikation hin innerhalb weniger Tage nicht nur ein Schwinden der Herzstörung, sondern auch eine beträchtliche Abnahme der Drüsentumoren sah, ließ ich im Einverständnis mit dem Assistenzarzte den Patienten Digitalis nehmen. Daraufhin trat zwar eine Druckzunahme von 10—20 mm Hg ein; auch der Puls ward voller. Aber eine auffallende Beschaffenheit der Drüsentumoren konnte ich nicht beobachten. Da sonst keine Indikation für einen weiteren Digitalisgebrauch vorlag, ward davon Abstand genommen. Es ist nicht ausgeschlossen, daß die interessante Erscheinung der Drüsenverkleinerung in *Friedmann*'s Falle, die derselbe durch eine erhöhte Lymphcirkulation und gesteigerte Einschwemmung der Lymphdrüsenprodukte in die Blutbahn als Folge des erhöhten Blutdrucks und vermehrter Stromgeschwindigkeit zu Stande gekommen ansieht, auf die intensive Digitaliswirkung bei einem an sich herzgeschwächten Patienten zu beziehen ist. Denn *Cybulay*: 21) hat ja nachgewiesen, daß bei herzgesunden Individuen Digitalis nicht die bekannte Wirkung auf den Blutdruck hat. Andererseits war der Fall Kamm keine reine lymphatische Leukämie; vielleicht bestand die Krankheit auch schon zu lange, als daß sich der beabsichtigte Effekt hätte erzielen lassen.

Im dritten Falle, der fiebernden Pseudoleukämie, bleibt der Blutdruck über Monate konstant, vielleicht geringe Abnahme des Blutdrucks während der Temperatursteigerungen. Im wesentlichen ist hier ein Verhalten zwischen Fieber und Blutdruck zu konstatieren, wie bei andern chronischen fieberhaften Krankheiten, z. B.

Phthisis pulmonum. Es hat den Anschein, als ob der Organismus auf die Temperaturremissionen quasi eingestellt, nicht mehr deutlich mit einer Blutschwankung reagiere. Die Arsenmedikation äußerte bei den entsprechenden Dosen keine erkennbare Rückwirkung auf den Blutdruck.

Aus der Beobachtung der Blutdruckschwankungen bei den zuletzt erwähnten sich nahestehenden Krankheitsformen lassen sich bedeutsamere klinische Würdigungspunkte nicht auffinden.

Schon wiederholt ist von früheren Untersuchern des Blutdrucks darauf aufmerksam gemacht worden, daß Personen mit nervösen Zuständen eine Disposition zur Blutdruckerhöhung besitzen sollten. In allerjüngster Zeit hat *H. Strauss* (71) auf die diagnostische Bedeutung der Tonometermessung bei traumatischer Hysterie aufmerksam gemacht und zu derartigen Versuchen aufgefordert; diesem Winke kam ich insofern nach, als ich den Blutdruck bei nicht traumatischer Hysterie beobachtete.

Auguste Hoffmann, 31 J., Arbeiterfrau. Diagn.: Hysterie (Hystero-Epilepsie). Die Anfälle sind verschieden; bald epileptisch, bald hysterisch (arc de cercle).

Datum	Zeit	Temp.	Puls	Blutdr.	Bemerkungen.
15. II.	5h 45′	36,0	92	105	Um ½3h ein Anfall.
16. II.	5 40′	37,0	92	105	Um 3h starke Krämpfe.
20. II.	5 50′	36,2	80	95	In der Frühe ein Anfall.
				125	Interpelliert erzählt Pat. von ihrem Leiden.
23. II.	5 10′	36,3	100	85	Pat. hat stark gerötetes Gesicht.
7. III.	11 30′	36,3	88	105	Nachts Anfall.
9. III.	11	36,2	80	90	In d. Frühe epileptoider Anfall.
			92	100	Sitzend.
16. III.	11 50′	36,1	96	85	In d. letzten Zeit viel Erbrechen; Ernährg. durch die Schlundsonde.
			100	95	Sitzend.
23. III.	11 45′	36,4	92	80	

Anna Wamsgans, 21 J., Fabrikarbeiterin. Diagn.: Hysterie.
Kleine Anfälle; somnolenter Zustand; beschleunigte Atmung, Hypästhesie am Körper.

16. II.	5h 15′	37,0	72	95
20. II.	5 30′	37,0	72	85

Frieda Baumgärtner, 24 J., Dienstmädchen. Diagn.: idem.

Datum	Zeit	Temp.	Puls	Blutdr.	Bemerkungen.
4. III.	5h	37,0	72	105	Vor 1 Std. 10 Min. langer Anfall (arc de cercle, Singultus, Würgbewegg.).
5. III.	5	36,9	76	115	Vor 1 Std., 7 Min. langer Anfall (Singultus, Opisthotonus).
6. III.	11 30′	36,7	76	100	Zittert b. Messen; Pat. giebt an, sich zu fürchten.
			88	110	Sitzend.
7. III.	11 45′	36,8	76	95	Durchfälle.
			88	110	Sitzend.
9. III.	10 45′	36,5	84	90	
16. III.		36,5	88	110	Pat. liegt etw. höher als sonst.
				100	In tieferer Lage.

Angelina Dorn, 42 J., Köchin. Diagn.: Hysterie (asthmat. Anfälle).

4. III.	6h 30′	36,2	72	105	Unmittelbar nach d. Anfall Arme steif, Finger zusammengekrallt. Leichte Bewußtseinstrübung. Heiße Handbäder, Amylnitrit 20 gtt.
6. III.	10	36,0	68	100	

Anna Rasig, 20 J., Dienstmädchen. Diagn.: Hysterie.

Anfall: Blitzartige, klonische Zuckung des oberen Augenlids. Kopf auf d. Unterlage außerordentlich schnell nach r. und l. bewegt. Beugekontraktionen in den Fingern, Händen, Armen, Hüften, Beinen etc. Der Körper ist passiv unbeweglich. Schaum v. d. Mund. D. Blepharospasmus löst sich wie die Kontraktionen, darnach Ermüdung.

Datum	Zeit	Temp.	Puls	Blutdr.	Bemerkungen.
23. IV.	11h	36,4	76	85	Nach einem Anfall.
17. V.	9 45′		76	85—90	

Marie Babisch, 25 J., Kammerzofe. Diagn.: idem.

29. III.				125—130	Probemessung, weil das Indiv. psych. sehr sensibel ist.
30. III.	9h 55′	36,8	84	95—100	

Wilhelmine Kühn, 21 J., Wagnersfrau. Diagn.: idem.

Datum	Zeit	Temp.	Puls	Blutdr.	Bemerkungen.
25. III.	9h 25′	37,1	88	95	
27. III			88	85	Entlassung.

Christine Windisch, 20 J., Cigarrenmacherin. Diagn.: idem (Krämpfe, Anfälle).

4. III.	4h 45′	37,0	104	130	Psyche!
5. III.	5	36,8	72	115	
9. III.	10 25′	36,7	64	100	
			76	105	Sitzend.

Babette Reger, 61 J. Diagn.: Hysterie (attitude passionelle). Anfall: Lebhaftes Zittern in Armen und Beinen; Blepharospasmus, lebhafte Mimik mit entsprechenden Handbewegungen, leicht weinerliche Stimmung. Cor.: nach l. verbreitert. Aktion regelmäfsig. Verdacht auf Arteriosklerose.

Datum	Zeit	Temp.	Puls	Blutdr.	Bemerkungen.
23. IV.	11h 20′	36,5	104	180	Anfall.
			96	145	Unmittelbar nach dem Anfall.
24. IV.	10	36,0	92	130	
				150	beginnt mit dem Anfall.
				125—130	20 Min. später.
12. V.	10 15′	36,4	84	135	wesentlich gebessert.
					13. V. entlassen.

Diskussion: Bei den angeführten Fällen nicht traumatischer Hysterie kann ich eine abnorme Blutdruckbeschaffenheit nicht wahrnehmen. Die Schwankungen liegen größtenteils in physiologischen Grenzen. Was die Anfälle anbelangt, so ist es schwer bei den krampfhaft geballten Fäusten der Patienten mit dem Tonometer unzweideutige Ergebnisse zu erhalten, selbst wenn man das Glück hat, im Augenblick des Anfalles zugegen zu sein.

Soweit ich beobachten konnte, steigern die Anfälle, gleichviel welcher Art sie sind, den Blutdruck. Die dabei stattfindende Bewegungsgröße des Körpers ist für den Ausfall der positiven Schwankung sehr maßgebend. Nach den Anfällen trat, besonders wenn sie zu Erschöpfung und Schlaf führten, eine relative Blutdruckerniedrigung hervor.

Bei der einen Patientin Reger, wo sich der Blutdruck auch in der anfallsfreien Zeit nahe der oberen physiologischen Grenze hielt, war Verdacht auf Arteriosklerose vorhanden; damit sind wohl die bedeutenden Druckschwankungen während des Anfalles zu erklären.

Im ganzen ist zu sagen: man findet bei Hysterischen weder eine pathologische Blutdruckerhöhung noch -erniedrigung. Die psychische Erregbarkeit bei derartigen Patienten zeigt sich in der leichten Beeinflussung des Blutdrucks im Sinne einer Steigerung. Fragen, momentane Reize steigern den Blutdruck sofort und ergiebig.

Die wenigen Fälle von Neurasthenie, die ich zu messen Gelegenheit hatte, sprechen ebenfalls nicht für eine pathologische Abänderung des normalen Druckes. Die Werte, die *H. Strauss* für Traumatisch-hysterische (zwischen 100—130 mm Hg) fand, sind nicht als pathologisch anzusehen, zumal er die Grenzen der physiologischen Schwankungen auf 90 und 100 mm Hg festsetzt. Übrigens fallen, nach der Angabe des Autors selber, die höheren Werte in die Anfangszeit der Beobachtung und des Krankenhausaufenthalts; Werte über 130 mm Hg fand er nur einmal.

Wenn *Schüle* (41) mehrmals mittelst des Tonometers bei Neurasthenikern und Hysterischen hohe Werte fand (bis 140 und 150 mm Hg), so ist es nicht unmöglich, daß seine Kranken unter abnormen Reizeinflüssen standen. *Heim* (26) nimmt als Ursache erhöhten Blutdrucks bei neuropathischen Kindern den psychischen Erregungszustand an, bestehend in der leichten Erregbarkeit der Gehirnrinde. Die differentielle Diagnose der verschiedenen Neurosen ist nach *Heim* auf Grund der Blutdruckbestimmung nicht möglich. Der Wert der Blutdruckbestimmung bei neuropathischen Individuen läge in der Wahrscheinlichkeit, mit der man durch den abnormen Druck auf die Natur des Leidens hingewiesen werde.

H. Strauß aber glaubt, daß bei auf funktionelle Neurosen verdächtigen Personen, die wiederholt hohe Tonometerwerte zeigen, der anderweitig nahegelegte Verdacht auf eine Neurose dadurch gestützt werde, wenn andere durch dauernde Blutdruckerhöhung ausgezeichnete Erkrankungen wie Arteriosklerose etc. ausgeschlossen werden können. Außerdem habe man in der Tonometermessung ein Mittel gewonnen, wodurch man sich vor Täuschungen seitens traumatisch-hysterischer Kranker schützen könne. Je nach dem Ausfall der Blutdruckschwankung nach einer Irritierung des als krankhaft bezeichneten

Körperteiles bei derartigen Kranken erhalte man ein objektives Kriterium.

Ich selbst habe nach letzterer Richtung bei Gesunden Versuche, deren Einzelanführung zu weit ginge, angestellt derart, daß ich bei verschiedenen Individuen an homologen Stellen des Körpers gleichartige Reize von gleicher Stärke einwirken ließ, z. B. einen gleichstarken galvanischen oder faradischen Strom. Dabei ergab sich eine so ungesetzmäßige Reaktion des Blutdruckes Gesunder, daß ein derartiges Vorgehen bei Kranken mit funktioneller Neurose seine Bedenken haben mußte. Da die genau dosierbaren elektrischen Reize schon ganz unregelmäßige Reaktionen auslösten, konnte von Druckreizen z. B. nichts anderes erwartet werden.

Meiner Meinung nach haben wir in der Tonometermessung kein objektives Kriterium für die Beurteilung funktioneller Nervenstörung. Mehr als eine erhöhte Erregbarkeit eines an einer Neurose leidenden Individuums kann kaum aus der Blutdruckmessung erschlossen werden. Aus der Größe der Blutdruckschwankung bei absichtlich gesetzten Reizen auf die Natur und den Grad der Neurose zu schließen, hat Bedenken.

Somit glaube ich, daß dieser Seite der Blutdruckmessung nur ein wissenschaftlich-theoretisches Interesse abzugewinnen ist.

Zum Schlusse möchte ich noch mit wenigen Worten das Verhältnis von Sphygmographie und Tonometrie berühren.

Ich habe neben den tonometrischen Befunden nahezu 300 Kurven mit dem *Jaquet*'schen Sphygmochronographen im Verlaufe meiner Untersuchungen gewonnen und damit Gelegenheit genug gehabt, das Blutdruckverhalten, wie es nach den derzeit bekannten Gesichtspunkten aus dem sphygmographischen Bilde geschlossen werden darf, und wie es das Tonometer angiebt, zu vergleichen. Bei der außerordentlichen Variation der Pulsbilder unter physiologischen wie pathologischen Verhältnissen ist ein zuverlässiger Schluß auf den Blutdruck kaum angängig.

Daher dürfte der Versuch, die sphygmographische Methode für die Feststellung des Blutdruckes zu verwenden, als gewagt zu bezeichnen sein; haben doch auch erfahrene Kliniker in dieser Hinsicht zur Vorsicht geraten.

Immerhin kann die Anwendung der sphymographischen Methode neben der Tonometrie uns bessere Aufschlüsse über die Kreislaufsverhältnisse geben als die betreffenden Untersuchungsarten für sich;

keine von beiden, allein gebraucht, gestattet eine entscheidende Beurteilung des Cirkulationsapparates, wenn auch jede interessante und praktisch verwertbare Folgerungen zuläßt.

Wenn die Blutdruckmessung ebenso wie z. B. die thermometrischen Beobachtungen dauernd in die Reihe der klinischen Untersuchungsmethoden aufgenommen werden sollte, ein Postulat, das *v. Ziemssen* seit einer Reihe von Jahren vertritt, so sind noch interessante Gesichtspunkte über Genese, Diagnose, Prognose und Therapie mancher Krankheiten zu erwarten.

Warnen möchte ich schließlich davor, zuweit gehende Schlüsse aus den Ergebnissen der Blutdruckmessung allein ziehen zu wollen, weil der blutdruckmessenden Methode selber durch die einseitige Verwertung ihrer Resultate der größte Nachteil erwächst.

Am Schlusse dieser Arbeit danke ich Herrn Geheimrat *Erb* für die Überlassung des klinischen Materials; Herrn Prof. Dr. *Brauer* für das Interesse und die thatkräftige Unterstützung, die er meinen Untersuchungen angedeihen ließ.

Litteratur.

1. *Tigerstedt*, Lehrbuch der Physiologie des Kreislaufs. Leipzig 1893.
2. *Albert*, Einige kymograph. Messungen am Menschen. Med. Jahrbücher 1883, p. 248 ff.
3. *Gärtner*, Über einen neuen Blutdruckmesser. Wiener Med. Wochenschrift 1899. p. 1412 ff.
4. *v. Basch*, Mein Sphygmomanometer und Gärtner's Tonometer.
   Gärtner, Entgegnung auf vorstehenden Artikel. Wiener Med. Presse 1899, p. 1169 ff.
5. *Grebner* u. *Grünbaum*, Über die Beziehungen der Muskelarbeit zum Blutdruck. Ibid., p. 2033 ff.
6. *v. Basch*, Methode und Wert der Blutdruckmessung für die Praxis. Wiener Med. Presse 1895, p. 561 ff., 606 ff.
7. *v. Basch*, Der Sphygmomanometer und seine Verwertung in der Praxis. Berliner klin. Wochenschrift 1887, p. 179 ff.
8. *Rosen*, Über die Verwendbarkeit des v. Basch'schen Sphygmomanometer zu Blutdruckmessungen an Tieren. (Ausführliche Litteraturübersicht.) Inaugural-Dissertation. Dorpat 1891.
9. *Federn*, Blutdruck und Darmatonie. Wien, Deuticke 1894.
10. *Federn*, Hämorrhoidalzustände und Krankheitsdisposition. Wiener Klinik 1899, p. 175 ff.
11. *Zadek*, Die Messung des Blutdrucks am Menschen mittelst des Basch'schen Apparates. Zeitschrift f. klin. Medizin 1881, Bd. II. p. 509.
12. *Friedmann*, Über die Änderungen, welche der Blutdruck des Menschen in verschiedenen Körperlagen erfährt. Wiener Med. Jahrbücher 1882, p. 197.
13. *Maximowitsch* u. *Rieder*, Untersuchungen über die durch Muskelarbeit und Flüssigkeitsaufnahmen bedingten Blutdruckschwankungen. Deutsches Archiv f. klin. Medizin Bd. 46. 1890.
14. *Sophie Frenkel*, Klin. Untersuchungen über die Wirkung von Coffeïn etc. auf den art. Blutdruck. Ibid. p. 542 ff.
15. *Kornfeld*, Über den Einfluſs psych. u. phys. Arbeit auf den Blutdruck. Wiener Med. Blätter 1899, Nr. 30 ff.
16. *Gärtner*, Über das Tonometer. Münchner Med. Wochenschrift 1900, p. 1195.

17. *Pilcz*, Über einige Ergebnisse von Blutdruckmessungen bei Geisteskranken. Wiener klin. Wochenschrift 1900, p. 276.
18. *Kapsammer*, Blutdruckmessungen mit dem Gärtner'schen Tonometer. Wiener klin. Wochenschrift 1899, p. 1279.
19. *Jellinek*, Über den Blutdruck des gesunden Menschen. Zeitschrift für klin. Medizin 1900, Bd. 36, 5. u. 6. Heft.
20. *Weiss*, Bdmessungen mit Gärtner's Tonometer. Münchner Med. Wochenschr. 1900, Nr. 3 und 4.
21. *v. Czyhlarz*, Das Verhalten des Blutdrucks bei normalen und bei herzkranken Personen nach Darreichung von Digitalis. Wiener klin. Rundschau 1900, p. 285.
22. *Shaw*, Arterial Tension in Childhood. Albany Medical Annals. February 1900, p. 88.
23. *Tschlenoff*, Gärtner's Tonometer (kritisches Referat). Zeitschr. f. diätet. und physikal. Therapie Bd. 4 Heft 1, 1900/1901, p. 64.
24. *Kornfeld*, Offizielles Protokoll von k. k. Gesellschaft der Ärzte in Wien. Wiener klin. Wochenschrift 1900, p. 358.
25. *A. Fraenkel*, Diskussion zu Kapsammer's Vortrag. Vereinsbeilage d. Deutschen Med. Wochenschrift 1900, Nr. 2.
26. *Heim*, Das Verhalten des Blutdrucks bei neuropathischen Kindern. Deutsche Med. Wochenschrift 1900, Nr. 2.
27. *Neisser*, Über Blutdruckmessung am Krankenbett. Berliner klin. Wochenschrift 1900, p. 557.
28. *Lepsius* u. *Schott*, Deutsche Med. Wochenschrift 1900, Nr. 25.
29. *v. Basch*, Wiener klin. Rundschau 1900, Nr. 28 u. 29.
30. *Gumprecht*, Experimentelle und klinische Prüfung des Riva-Rocci'schen Sphygmomanometers. Zeitschr. f. klin. Medizin Bd. 39, 5. u. 6. Heft.
31. *Hürthle*, Über eine Methode zur Registrierung des arteriellen Blutdrucks beim Menschen. Deutsche Med. Wochenschrift 1896, Nr. 36.
32. *Alézais et François*, La tension artérielle dans la fièvre typhoide. Revue de medic. 1899, Nr. 2.
33. *Federn*, Über Blutdruckbestimmungen am Krankenbett. (Referat der 66. Versammlung deutscher Naturforscher und Ärzte.) Münchner Med. Wochenschrift 1896, Nr. 51, p. 990.
34. *Sahli*, Lehrbuch der klinischen Untersuchungsmethoden.
35. *Christeller*, Über Blutdruckbestimmungen am Menschen unter pathologischen Verhältnissen. Zeitschr. f. klin. Med. 1881, Bd. III.
35. *L. C. Bruce*, Beobachtungen über den Blutdruck bei Schlaflosigkeit und während des Schlafes. Edinburgh. Medico.-Chirurg. Society Sitzung v. 6. VI. 1900. Cit. nach Münch. Med. Wochenschrift 1900, p. 986.
37. *Tangl* u. *Zuntz*, Über die Einwirkung der Muskelarbeit auf den Blutdruck. Pflüger's Archiv LXX, 1898.
38. *v. Wagner*, Diskussion zu dem Vortrage Gärtner's im Wiener Verein für Psychiatrie und Neurologie. Juni-Sitzung. Wiener klin. Wochenschrift 1899, Nr. 26, p. 717.
39. *Tschlenoff*, Über die Beeinflussung des Blutdruckes durch hydriatische Prozeduren und durch Körperbewegungen etc. Zeitschr. für diätet. und physikal. Therapie 1898, Bd. I, Heft 3 u. 4.

40. *Friedmann, Fr.*, Der Blutdruck und seine Beziehung zur Lymphcirkulation. Wiener klin. Wochenschr. 1900, Nr. 49.
41. *Schüle*, Über Blutdruckmessungen mit dem Tonometer von Gärtner. Berl. klin. Wochenschrift 1900, Nr. 33.
42. *v. Ziemssen*, Wert und Methode klin. Blutdruckmessungen. Münchner Med. Wochenschrift 1894, Nr. 49.
43. *Derselbe*, Diskussion bei der Demonstration vom Riva-Rocci'schen Apparate auf der Naturforscherversammlung zu München 1899. Münchner Med. Wochenschrift 1899, Nr. 40, p. 1310.
44. *Schreiber*, Über den Einfluſs der Atmung auf den Blutkreislauf. Archiv für experiment. Pathologie u. Pharmakologie, Bd. X.
45. *Jellinek*, Beobachtungen an Elektrizitätsarbeitern. (Vorläufige Mitteilungen.) Wiener klin. Wochenschrift 1900, Nr. 51.
46. *Cramer*, Über das Verhalten des Blutdrucks während der Angst bei Melancholischen. Münchner Med. Wochenschrift 1892, Nr. 6 u. 7.
47. *Federn*, Der normale Blutdruck an der Radialis. Wiener Med. Presse 1898, p. 833 ff.
48. *A. Loebel*, Die Bäder und Diätotherapie der Arteriosklerose. Wiener Med. Wochenschrift 1899.
49. *v. Basch*, Die Arteriosklerose. Berlin 1901. Hirschwald.
50. *Broadbent*, Anomalien des Blutdrucks und ihre Behandlung. Wiener Med. Presse 1898.
51. *Bäumler*, Über Arteriosklerose und Arteriitis. Münchner Med. Wochenschr. 1898, Nr. 5.
52. *Hasenfeld*, Über die Herzhypertrophie bei Arteriosklerose. Deutsches Archiv für klin. Medizin LIX.
53. *Bäumler*, Praktische Erfahrungen über Kaltwasserbehandl. bei Typhus abdominalis. Deutsches Arch. für klin. Mediz. Festschrift für v. Ziemssen.
54. *v. Ziemssen*, Das Verhalten des arteriellen Blutdrucks bei Herz- und Nierenkranken. 71. Versammlung deutscher Naturforscher und Ärzte in München.
55. *Mosen*, Über das Verhalten des Blutdrucks im Fieber. Deutsches Archiv für klin. Mediz., Bd. 52.
56. *v. Ziemssen*, Verhalten des arteriellen Drucks in urämischen Anfällen. Naturforscherversammlung 1895.
57. *Wetzel*, Über den Blutdruck im Fieber. Zeitschrift für klin. Medizin, Bd. 5, 1882.
58. *Arnheim*, Über das Verhalten des Wärmeverlustes, der Hautperspiration und des Blutdrucks bei verschiedenen fieberhaften Krankheiten. Ibidem.
59. *Kuhe-Wiegandt*, Über den Einfluſs des Fiebers auf den art. Druck. Arch. f. exp. Pathol. und Pharmakologie, Bd. 20.
60. *Bihler*, Über das Verhalten des Blutdrucks bei Chlorotischen. Deutsches Arch. f. klin. Mediz., Bd. 52.
61. *Wolffhügel*, Zur Pathogenese der Überanstrengung des Herzens. Deutsches Archiv f. klin. Mediz., Bd. 6. Zeitschr. für v. Ziemssen.
62. *Langowoy*, Über den Einfluſs der Körperlage auf die Frequenz der Herzkontraktionen. D. Arch. f. klin. Mediz., Bd. 68.

63. *Breitenstein*, Beiträge zur Kenntnis der Wirkung kühler Bäder auf den Kreislauf Gesunder und Fieberkranker. Gekrönte Preisschrift. Archiv f. experim. Pathol. und Pharmakologie, Bd. 37, 1896, p. 253 ff.
64. *E. Grunmach*, Über den Einfluss der verdünnten und verdichteten Luft auf die Respiration und Cirkulation. Zeitschr. f. klin. Mediz., Bd. 5, p. 469 ff.
65. *Sarah Amitin*, Über den Tonus der Blutgefäfse bei Einwirkung der Wärme und Kälte. Zeitschr. f. Biologie, Bd. 35, 1897, p. 13.
66. *E. Hirschmann*, Über die Deutung der Pulskurve beim Valsalva'schen und Müller'schen Versuch. Archiv f. d. ges. Physiologie, Bd. 56, 1894.
67. *N. Zuntz*, Beiträge zur Kenntnis der Atmung auf den Kreislauf. Pflüger's Archiv 1878, Bd. 17.
68. *Zabludowski*, Über die physiologische Bedeutung der Massage. Centralblatt für die med. Wissenschaften 1883, p. 241 ff.
69. *Derselbe*, Physiolog. Wirkung der Massage. Arch. f. klin. Chirurgie 1885, Bd. 31.
70. *Sommerfeld*, Blutdruckmessungen mit dem Gärtner'schen Tonometer. Therapeut. Monatshefte 1901, Nr. 2., p. 72.
71. *H. Strauß*, Über Blutdruckmessungen im Dienste d. Diagnostik traumatischer Neurasthenien und Hysterien. Neurolog. Centralblatt 1901, Nr. 3, p. 106.
72. *C. Gegenbaur*, Lehrbuch der Anatomie des Menschen. 1896. VI. Aufl. II. Teil, p. 268.
73. *Otto Frank*, Einfluss der Häufigkeit des Herzschlags auf den Blutdruck. Zeitschr. f. Biologie 1901, Bd. XLI. Neue Folge: Bd. XXIII, 1. Heft.
74. *Kurt Francke*, Der Reizzustand. Physiolog. Experimental-Untersuchungen. München 1900, Seitz & Schauer.
75. *Beckert*, Verein deutscher Ärzte in Prag. Sitzung vom 8. März 1901. Referat nach der Deutschen Med. Wochenschrift 1901, Nr. 21, p. 164.
76. *Th. Schott*, Über das Verhalten des Blutdrucks bei Behandlung chron. Herzkrankheiten. Deutsche Med. Wochenschrift 1901, Nr. 22 u. 23.
77. *Eulenburg*, Real-Encyklopädie der gesamten Heilkunde. Bd. 15. Mechanotherapie (Massage). Bd. VIII. — Bd. 20.
78. *Hecht* u. *Langstein*, Zur Kenntnis der Cirkulationsverhältnisse in gelähmten Extremitäten. Sep.-Abdruck aus der allgemeinen Wiener med. Zeitung 1900.
79. *Dieselben*, Zur Kenntnis der Rechts- und Linkshändigkeit. Sonderabdruck aus der Deutschen Med. Wochenschrift 1900, Nr. 32.
80. *H. Schröder*, Über Blutdruckschwankungen nach gynäkologischen Operationen. Sonderabdruck aus dem Centralblatt f. Gynäkologie 1900, Nr. 40.
81. *Rollett*, Physiologie des Blutes und der Blutbewegung. Hermann's Handbuch der Physiologie, Bd. IV, I. Teil, 1880.
82. *Rosenbach*, Die Krankheiten des Herzens. Wien und Leipzig 1897.
83. *Funke* u. *Latschenberger*, Über die Ursachen der respiratorischen Blutdruckschwankungen im Aortensystem. Pflüger's Archiv, Bd. 17, 1878.
84. *M. I. Oertel*, v. Ziemssen's Handbuch der allgemeinen Therapie, Bd. IV, 1885.
85. *Waldenburg*, Die Messung des Pulses und des Blutdrucks am Menschen. Berlin 1880.
86. *L. Landois*, Die Lehre vom Arterienpuls. Berlin 1872.
87. *Kleen*, Über den Einfluss mechan. Muskel- und Hautreizung auf den arteriellen Blutdruck beim Kaninchen. Skandinav. Archiv für Physiologie 1889, Bd. I.

88. *v. Basch*, Einige Ergebnisse der Blutdruckmessung an Gesunden und Kranken. Zeitschr. f. klin Medizin, Bd. III, 1881.
89. *Romberg* u. *Pässler*, Experimentelle Untersuchungen über die allgemeine Pathol. der Kreislaufstörung bei akuten Infektionskrankheiten. Deutsches Archiv für klin. Medizin, Bd. 64, 1899.
90. *Riegel*, Über die Bedeutung der Pulsuntersuchung. Volkmann's Sammlung klin. Vorträge 144 u. 145.
91. *Krehl*, Pathol. Physiologie. Leipzig 1898.
92. *Janowski*, Über die diagnostische Bedeutung der exakten Pulsuntersuchung. Volkmann's Sammlung klin. Vorträge. Neue Folge 192/193.
93. *Schleisiek*, Untersuchungen mit dem Gärtner'schen Tonometer. Inaugural-Dissert. Rostock 1901.
94. *Bätke*, Experimentelle Prüfung des Jaquet'schen Sphygmochronographen. Inaug.-Dissert. Rostock 1901.
95. *Hensen*, Beiträge zur Physiologie und Pathologie des Blutdrucks. Separatabdruck aus dem Deutschen Archiv f. klin. Medizin, Bd. 67.
96. *Henschen*, Mitteilungen aus der mediz. Klinik zu Upsala. Bd. I, 1898.
97. *Mendelsohn*, Der Ausbau im diagnost. Apparat der klin. Medizin. Geleitschrift für die wissenschaftl.-diagnost. Ausstell. des XIX. Kongresses für innere Medizin. Wiesbaden 1901.
98. *Lenzmann*, Über den Einfluſs der Anwendung transport. pneumat. Apparate etc. Inaug.-Dissertation. Bonn 1881.
99. *Sommerbrodt*, Die reflektorischen Beziehungen zwischen Lunge, Herz und Gefäſsen. Zeitschr. für klin. Medizin, Bd. II, 1881.
100. *v. Frey*, Die Untersuchung des Pulses. Berlin 1892.
101. *Reineboth*, Diagnost. Schlüsse aus Puls und Pulskurven. Deutsches Archiv f. klin. Medizin, Bd. 60.
102. *O. Strauß*, Blutdruckmessungen mit dem Frey'schen Apparat und Versuche, die Ergebnisse praktisch zu verwerten. Inaug.-Dissertat. Heidelberg 1901.
103. *A. Frey*, Ein neuer Blutdruckmesser für Arterien, Venen und Kapillardruckbestimmung. Separatabdruck aus Zeitschr. f. Krankenpflege und ärztliche Polytechnik.
104. Persönliche Notizen aus dem XIX. Kongreſs für innere Medizin und Referat der Münchner Med. Wochenschrift.
105. *v. Kries*, Studien zur Pulslehre. Freiburg 1892.
106. *v. Frey*, Eine einfache Methode, den Blutdruck am Menschen zu messen. Sonderabdruck aus Chir. Beiträgen. Festschr. f. Benno Schmidt. Leipzig, E. Besold 1896.
107. *Kauders*, Über die Arbeit d. l. Ventrikels bei verschiedener Spannung seines Inhaltes. Zeitschrift f. klin. Medizin, Bd. 21.
108. *Leyden*, Über die Herzkrankheiten infolge Überanstrengung. Zeitschr. für klin. Medizin, Bd. 11.
109. *Kornfeld*, Mitteilungen über die Verwendbarkeit der Blutdruckmessung in der Diagnostik der Nervenkrankheiten. Referat in Münchner Med. Wochenschrift 1900, p. 1762.
110. *Huchard*, Therapeutische Anwendung des Chinin. Referat in Münchner Med. Wochenschrift 1901, Nr. 4.

111. *Erb*, Bemerkungen über Chininbehandlung bei Abdominaltyphus. Januarheft der Therapie der Gegenwart. 1901.
112. *Kaufmann* u. *de Bary*, Über die Einwirkung Priefsnitz'scher Einwickelungen auf den Blutdruck bei croupöser Pneumonie und diffuser Nephritis. Berl. klin. Wochenschrift 1888, Nr. 28.
113. *Reichmann*, Über das Verhalten des arteriellen Drucks im Fieber. Deutsche Med. Wochenschrift 1889. Nr. 38.
114. *Unverricht*, Über das Fieber. Volkmann's Sammlung klin. Vorträge.
115. *Päßler*, Zur Behandlung der fibrinösen Pneumonie. Münchner Med. Wochenschrift 1901, Nr. 8 u. 9.
116. *v. Recklinghausen*, Über Blutdruckmessung beim Menschen. Arch. f. exp. Path. u. Pharmak. 1901, Bd. 46, Heft 1 u. 2.
117. *C. Hirsch*, Vergleichende Blutdruckmessungen mit dem Sphygmomanometer v. Basch's und d. Tonometer v. Gärtner. Deutsches Arch. f. klin. Medizin 1901.
118. *M. Burckhardt*, Untersuchungen über Blutdruck u. Puls bei Tuberkulösen in Davos. Deutsches Archiv f. klin. Medizin 1901.
119. *Rolly*, Über die Wirkung des Diphtheriegiftes auf das Herz. Arch. f. Path. und Pharmakol. 1899, Bd. 42.
120. *Jarotzny*, Zur Methodik der klin. Blutdruckmessung. Centralblatt für innere Medizin 1901, Nr. 25.
121. *Sticker*, Nothnagels Handbuch der spez. Pathol. und Therapie 1896. IV. Band 1.
122. *Tappeiner*, Lehrbuch der Arzneimittellehre 1899.
123. *v. Strümpell*, Lehrbuch der spez. Pathologie und Therapie 1899, Bd. II.

Abgeschlossen am 1. August 1901.

Inhaltsübersicht.

	Seite	
I. Das Tonometer und seine Kontrolle	211	1
Kritische Besprechung der einzelnen Blutdruckmesser. — Einleitung	211	1
Einwände früherer Autoren gegen das Tonometer	316	6
Prüfung dieser Einwände	217	7
Methode und Technik der Anwendung	217	7
Die für eine möglichst genaue Messung nötigen Cautelen	219	9
Kontrolluntersuchungen: a) durch den *v. Frey*'schen Apparat	223	13
b) durch das Tierexperiment	226	16
Gesamtkritik des *Gärtner*'schen Apparates	236	26
II. Die Schwankungen des Blutdrucks unter normalen Verhältnissen; klinische Würdigung der Ergebnisse	237	27
Allgemeines über den Blutdruck; die ihn beherrschenden Faktoren	237	27
Untersuchungen über den Einfluss des Lagewechsels auf den Blutdruck	238	28
Die physiologischen Grenzen der Blutdruckgröfse bezogen auf die Rückenlage	247	37
Der Blutdruck an verschiedenen Händen	250	40
Die Schwankungen des Blutdrucks unter dem Einfluss der Respiration; des *Valsalva*'schen Versuches; unter dem Einfluss der Kaltwasserapplikation auf einen Unterarm; unter dem Einfluss der Glieder- und Bauchmassage	251	41
Einflüsse, den Blutdruck an sich schwanken machend, Psyche etc.	275	65
III. Die Schwankungen des Blutdrucks unter pathologischen Verhältnissen; klinische Würdigung der Ergebnisse	275	65
Die Blutdruckschwankungen im Fieber: bei Scarlatina, Erysipel, Typhus, Pneumonie, Phthisis, Meningitis, allgemeine Sepsis, Hitzschlag	275	65
Die Blutdruckschwankungen bei den div. Herzkrankheiten	311	101
„ „ „ Arteriosklerose	334	124
„ „ „ den Nephritiden	337	127
„ „ „ Anomalien des Blutes (Chlorose, perniciöser Anämie, Leukämie	346	136
Die Blutdruckschwankungen bei Hysterie	353	143
Schlussbemerkung: Sphygmographische und tonometrische Methode und ihre klinische Bedeutung	357	147
Litteratur	359	149

Carl Winter's Universitätsbuchhandlung in Heidelberg.

Geschichte der neuern Philosophie

von Kuno Fischer.

Jubiläumsausgabe in neun Bänden.

I. Band: **Descartes' Leben, Werke und Lehre.** 4. neu bearbeitete Auflage. gr. 8°. geheftet M. 11.—, fein Halbfranzband M. 13.—.

II. Band: **Spinozas Leben, Werke und Lehre.** 4. neu bearbeitete Auflage. gr. 8°. geheftet M. 14.—, fein Halbfranzband M. 16.—.

III. Band: **Leibniz' Leben, Werke und Lehre.** 4. Auflage. gr. 8°. geheftet M. 18.—, fein Halbfranzband M. 20.—.

IV. Band: **Immanuel Kant und seine Lehre.** 1. Teil. Entstehung und Grundlegung der kritischen Philosophie. 4. neu bearbeitete Auflage. gr. 8°. geheftet M. 16.—, fein Halbfranzband M. 18.—.

V. Band: **Immanuel Kant und seine Lehre.** 2. Teil. Das Vernunftsystem auf der Grundlage der Vernunftkritik. 4. neu bearbeitete Auflage. gr. 8°. geheftet M. 16.—, fein Halbfranzband M. 18.—.

VI. Band: **Fichtes Leben, Werke und Lehre.** 3. durchgesehene Auflage. gr. 8°. geheftet M. 18.—, fein Halbfranzband M. 20.—.

VII. Band: **Schellings Leben, Werke und Lehre.** 2. durchgesehene und vermehrte Auflage. gr. 8°. geheftet M. 22.—, fein Halbfranzband M. 24.—.

VIII. Band: **Hegels Leben, Werke und Lehre.** 2 Teile mit dem Bilde des Verfassers in Heliogravüre. gr. 8°. geheftet M. 30.—, fein Halbfranzband M. 34.—.

IX. Band: **Schopenhauers Leben, Werke und Lehre.** 2. neu bearbeitete und vermehrte Auflage. gr. 8°. geheftet M. 14.—, fein Halbfranzband M. 16.—.

Band I—IX auf einmal bezogen geheftet M. 150.—, in 10 feinen Halbfranzbänden M. 170.—.

In der „Deutschen Revue" schreibt Th. Wiedemann in seinen „Sechzehn Jahre in der Werkstatt Leopold von Rankes": „**Ranke** suchte nach anderweitiger und anders gearbeiteter Belehrung. In Beziehung auf die Geschichte der neuern Philosophie zog er allen anderen bei weitem das Werk von **Kuno Fischer** vor, dem er Geistesreichtum und kongeniale Reproduktion der verschiedenen Systeme nachrühmte."

„. . . . Was Kuno Fischers Schriften und Vorträge so interessant machte, das ist das wahrhaft dramatische Leben, welches beide durchdringt, die innere Frische und geistige Elastizität, welche beide auszeichnet. . . . Das Werk gehört nicht nur in die Bibliothek des Sachmannes, sondern ist dazu berufen, als eines der besten Bildungsmittel allen denen zu dienen, die den höchsten Aufgaben und idealen Interessen der ganzen Menschheit ihre Aufmerksamkeit zu widmen im stande sind." (Gegenwart.)

„. . . . Fischers Eigentümlichkeit besteht in einer sonst fast nirgends erreichten Kunst, eine fremde Gedankenwelt von ihrem eigenen Mittelpunkt aus zu erleben und den Leser in der denkbar durchsichtigsten und eindringlichsten Form erleben zu lassen. . . . Kuno Fischer steht nie als überlegener, verbessernder Schulmeister hinter den dargestellten Philosophen. Dieser Geschichtsschreiber läßt nicht seine Philosophen reden, sondern sie reden selbst. Sie tragen ihre eigenen Gedanken vor, nur freier, natürlicher, in einer lebhafteren, durchsichtigeren Sprache, als wir sie in ihren eigenen Werken finden, und weit fester als in ihren eigenen Werken haben sie den Zielpunkt ihrer Gedanken vor Augen. Aber diese Gedanken sind dennoch niemals verändert, niemals verschönt und niemals verbildet. Sie sind das in der Form gereinigte, im Gehalte völlig getreue Nachbild des Originaldenkers. Diese Kunst der Darstellung ist ebenso neu als notwendig. . . . Wahrlich, wer die Entwicklung des theoretischen Geistes von Descartes' bis zu Kants großen Nachfolgern zum Objekt zu machen imstande war, der hat ein schöpferisches Werk vollbracht. . . ." (Preußische Jahrbücher.)

Inhalt.

Seite.

Schröder, Bruno, Untersuchungen über Gallertbildungen der Algen. Mit Tafel VI—VII 139

Wilser, Ludwig, Vorgeschichtliche Chirurgie 191

Neu, Max, Experimentelle und klinische Blutdruckuntersuchungen mit Gärtners Tonometer. Mit Tafel VIII—XIV 211

Die **Gesamtsitzungen** des **Naturhistorisch-Medizinischen Vereins** finden, mit Ausnahme der Ferienmonate, regelmäßig am ersten Freitag jedes Monats statt und werden den Mitgliedern jeweils besonders angezeigt.

Von den in den **Verhandlungen** abgedruckten Arbeiten werden den Verfassern 100 Sonderabzüge unentgeltlich geliefert. **Manuskriptsendungen** bittet man an den Schriftführer Prof. **A. Schuberg**, Zoologisches Institut, zu richten.

C. F. Winter'sche Buchdruckerei.

4972

VERHANDLUNGEN

DES

NATURHISTORISCH-MEDIZINISCHEN VEREINS

ZU

HEIDELBERG.

NEUE FOLGE.

SIEBENTER BAND.

DRITTES UND VIERTES HEFT.

(AUSGEGEBEN ENDE FEBRUAR 1904.)

HEIDELBERG.
CARL WINTER'S UNIVERSITÄTSBUCHHANDLUNG.
1904.

In **Carl Winter's Universitätsbuchhandlung** zu **Heidelberg** ist soeben erschienen von:

Max Eyth:

Im Strom unserer Zeit.

Aus Briefen eines Ingenieurs.

1. Band: **Lehrjahre.** Mit 52 schwarzen und 4 farbigen Bildern nach Zeichnungen von Max Eyth. 8°. geheftet 5 Mk., fein Leinwandband 6 Mk.

2. Band: **Wanderjahre.** Mit 52 schwarzen und 4 farbigen Bildern nach Zeichnungen von Max Eyth. 8°. geheftet 5 Mk., fein Leinwandband 6 Mk.

3. Band: **Meisterjahre.** Erscheint voraussichtlich Ende 1904.

Der erste und zweite Band ist in gekürzter und ergänzter Form die dritte Auflage des früher-sechsbändigen **Wanderbuchs eines Ingenieurs.** Der dritte Band wird voraussichtlich im Dezember 1904 erscheinen. Wir freuen uns, daß der Verfasser sich entschlossen hat, uns für das Werk eine Auswahl seiner reizenden Skizzen zur Veröffentlichung und besten Verbildlichung des Textes zur Verfügung zu stellen. Seine zahlreichen Freunde werden hierdurch in ihm einen ebenso originellen und begabten Künstler wie Schriftsteller kennen lernen.

Nachstehend einige Urteile über das Werk:

„Die deutsche Literatur ist nicht reich an Büchern, die so frisch geschrieben sind. Wer eine Reise tut, der kann etwas erzählen, wer aber in der Welt soviel herumgekommen ist wie Eyth, wer über eine so reiche Bildung verfügt wie er, wer ein so gutes Auge hat, aber auch soviel Witz und Schalkheit, soviel satirischen Humor neben inniger Gemütstiefe wie Eyth, der kann Vieles und Gutes erzählen, der kann anregen und belehren, unterhalten und selbst hinreißen."

„In solcher Weise betrieben ist doch die Technik ein herrliches weites Feld für ersprießliche Tätigkeit eines ganzen Mannes, und man möchte wieder jung werden, um von vorne in ähnlicher Weise vorzugehen."

. . . „Geradezu erstaunlich ist, daß sich Eyth bei seiner Geist und Körper gleich aufregenden Tätigkeit dennoch eine solche geistige Frische erhalten hat, wie sie sich in seinen Briefen widerspiegelt. In der gefälligsten Form, in anziehendem und klarem Stile behandeln diese Briefe, ohne daß sich der Verfasser, wie so nahe gelegen wäre, zu sehr in den Vordergrund stellt, die mannigfaltigsten Gegenstände. Sie enthalten treffende Skizzen der gesellschaftlichen Zustände der bereisten Länder, welche den scharfen und vorurteilsfreien Beobachter verraten, wie reizende Naturschilderungen (z. B. die Besteigung des Attaka am Roten Meere), und übersprudeln von jenem gesunden Humor, der nur dem gemütreichen Menschen eigen ist. In letzterer Richtung verweisen wir unter anderem auf die Schilderung der Seekrankheit, die in ihrer Art geradezu klassisch zu nennen ist. — Nicht genug damit, kann uns dieses Buch mit gerechtem Stolze erfüllen, wenn wir daraus ersehen, daß einer der Unsern, ein deutscher Ingenieur, den Amerikanern und Orientalen volle Anerkennung abgerungen hat. Wir können somit mit voller Beruhigung unser Urteil über die mehrgedachte Schrift dahin zusammenfassen, daß wir selbe als ein Buch bezeichnen, welches wir auf das wärmste nicht bloß dem Fachmanne, sondern auch dem großen Publikum der gebildeten Laienwelt empfehlen müssen." (Dr. D.)

Der Kampf um die Cheopspyramide.

Eine Geschichte
und Geschichten aus dem Leben eines Ingenieurs.

2 Bände, geheftet 6 Mk.

In Leinwand mit fünffarbiger Deckenzeichnung geb. 8 Mk.

Nur eine der zahlreich eingegangenen anerkennenden Kritiken sei hier verzeichnet:

„. . . Eyths Roman ist der fesselndste, tiefgründigste und dabei liebenswürdigste, den das Jahr hervorgebracht hat. Die weiche, warme Luft des Pharaonenlandes, die fromme und doch so bunte Poesie des Nilflusses, der frohe Humor des deutschen Nordens vereinigen sich anmutig in ihm und durchwehen ihn; sie geben einen lieblichen Hintergrund ab für die Enthüllung des grandiosen Pyramidenrätsels. Das Buch wird, wenn nicht alles täuscht, einen Siegeszug durch Deutschland antreten." (Gegenwart.)

MAR 18 1904

Vorläufige Übersicht über die Rolle der zur Entwickelung der Seeigellarven notwendigen anorganischen Stoffe[1])

von

Curt Herbst.

Der Zustand eines sich entwickelnden Organismus ist in jedem Momente der Entwickelung die Resultante aus allen Bedingungen, welche innerhalb und außerhalb des Organismus in dem betreffenden Momente vorhanden sind. Würden wir alle inneren und äußeren Bedingungen kennen, so würden wir auch den Zustand des Embryos in diesem Momente vollständig verstehen, wir würden das ihm entsprechende Entwickelungsstadium für erklärt halten.

Um zu einem Verständnis der tierischen Ontogenese zu gelangen, müssen wir also die inneren und äußeren Bedingungen festzustellen versuchen, die unbedingt erfüllt sein müssen, wenn dieser oder jener Zustand, dieses oder jenes Entwickelungsstadium erreicht werden soll.

Es ist sonderbar, daß diese, ich möchte fast sagen, triviale Überlegung erst so spät zu Versuchen Veranlassung gegeben hat, welche sich das Aufsuchen der notwendigen Entwickelungsbedingungen zur Aufgabe gemacht haben; und am auffallendsten ist hier wiederum, daß man nicht daran gegangen ist, zunächst die äußeren notwendigen Bedingungen festzustellen, die doch viel leichter voneinander isolierbar sind als die inneren.

[1]) Der größte Teil dieser Abhandlung wurde zu einem Vortrage benutzt, der am 4. Juli 1902 im naturhistorisch-medizinischen Verein zu Heidelberg gehalten wurde.

Zwar wußte man, daß ein bestimmter Wärmegrad, eine gewisse Sauerstoffmenge und ein bestimmter Wassergehalt für die Entwickelung unentbehrlich sind, aber abgesehen von einigen aphoristischen Angaben waren keine Untersuchungen vorhanden, welche die Feststellung der zur Entwickelung notwendigen anorganischen Aschebestandteile sich zum Ziele gesteckt hatten. Von diesen früheren aphoristischen Angaben verdienen nur einige wenige Versuche von *J. Loeb* aus dem Jahre 1892[1]) angeführt zu werden, durch die es sich herausstellte, daß zur Reparation neuer Köpfchen von Tubularia mesembryanthemum Kalium und Magnesium erforderlich sind.

Seit dem Jahre 1896 habe ich mich nun in eingehender Weise mit der Erforschung der notwendigen anorganischen Aschebestandteile beschäftigt und bin dabei zunächst zu dem Schlusse gekommen, daß Schwefel, Chlor, Natrium, Kalium, Magnesium, Calcium, ein Karbonat und ein bestimmter nicht zu hoher und nicht zu tiefer Grad von Alkalinität zur normalen Entwickelung der Seeigeleier bis zum Pluteusstadium unentbehrlich sind[2]). In einer zweiten Arbeit[3]) stellte ich sodann fest, daß der Schwefel in Form von Sulfaten geboten werden muß, und daß letztere weder von Selenaten noch von Telluraten, dagegen in ziemlich hohem Maße von Thiosulfaten vertreten werden können. Ich kann jetzt noch hinzufügen, daß im Gegensatz zu den Thiosulfaten dithionsaure Salze (z. B. $Na_2S_2O_6$) nicht verwendbar sind. Ein gleiches habe ich für äthylschwefelsaure Salze ($C_2H_5NaSO_4$) nachgewiesen. Aus dieser Nicht-Verwertbarkeit der Sulfate durch Äthylsulfate zog ich den Schluß, daß SO_4 gerade als Ion den Larven geboten werden müsse, da die Lösungen von äthylschwefelsauren Salzen bekanntlich keine SO_4-Ionen enthalten[4]). Cl konnte, wenn

[1]) Untersuchungen zur physiologischen Morphologie der Tiere. II. Würzburg 1892 p. 65.

[2]) Arch. Entw.-Mech. Bd. 5. 1897 p. 650 und Nachtrag dazu ibidem Bd. 7 1898 p. 486.

[3]) Ibidem Bd. 11, 1901 p. 617.

[4]) Nur für diesen Fall ist also die Notwendigkeit des freien Ions direkt nachgewiesen, was besonders hervorgehoben sein mag. Ich habe zwar bisweilen auch in anderen Fällen von Ionen, z. B. von der Vertretbarkeit des Cl-Ions durch das Br-Ion gesprochen, doch wurde diese Sprechweise nur als ein einfacherer Ausdruck für den Ersatz der Chloride des Seewassers durch Bromide gewählt, wodurch ja natürlich an Stelle von Cl- Br-Ionen in die Lösung kamen. Keineswegs habe ich aber durch diese Ausdrucksweise in der Ionensprache zugleich sagen wollen, daß auch in diesen Fällen nur die Ionen, nicht aber auch die elektrolytisch nicht dissociierten Molekule auf die Seeigelkeime wirken können. Zur Entscheidung dieser Alternative sind besondere Untersuchungen nötig, die

auch in dürftiger Weise, von Br vertreten werden, während mir ein Ersatz von Cl durch J nicht gelang.

K war in ziemlich hohem Maße durch Rb und Cs vertretbar, wobei sich als interessante Einzelheit herausstelite, daß bei schwachen äquimolekularen Dosen Rb günstiger als K und Cs günstiger als alle beide wirkt, während bei stärkeren Dosen Kalium besser wirkt.

Ca konnte dagegen nicht durch Sr und Ba ersetzt werden, auch wenn ich zu den Versuchen an Stelle von SO_4'' S_2O_3'' benutzte, so daß eine genügende Menge Sr- und Ba-Ionen in den künstlichen Lösungen vorhanden waren.

Im folgenden soll es nunmehr meine Aufgabe sein, einen kurzen Bericht über die Rollen zu geben, welche die verschiedenen anorganischen Bestandteile bei der Entwickelung der Echinodermen zu spielen haben.

Wenn wir beurteilen wollen, welche Rolle oder auch welche Rollen einem Stoffe zufallen, so brauchen wir nur die Ausfallserscheinungen genau zu analysieren, welche beim Fehlen dieses Stoffes sich einstellen. Zum Inerscheinungtreten aller dieser ausgefallenen Prozesse ist dann der fehlende Stoff notwendig. Dieses ist klar. Aber unklar ist, ob er dabei direkt oder indirekt beteiligt ist, da die Möglichkeit vorhanden ist, daß er nur auf einen Vorgang oder auf ganz wenige direkt wirkt, und daß alle anderen Prozesse, welche ebenfalls durch das Fehlen des Stoffes alteriert werden, von diesem einen oder diesen wenigen direkt beeinflussten Vorgängen abhängen, also nur indirekt durch das Fehlen des Stoffes berührt werden.

Es ist z. Z. schwer, in jedem Falle sicher zu entscheiden, ob eine direkte oder indirekte Wirkung vorliegt. Trotzdem ist aber die Mühe nicht vergeblich, alle Ausfallserscheinungen, welche das Fehlen eines Stoffes im Gefolge hat, genau festzustellen, denn unter denselben muß sich doch auch der eventuell allein direkt abhängige Vorgang befinden, bei dessen späterem Auffinden wir dann zugleich einen Einblick in die inneren Bedingungen der Organbildung erlangen können.

Ich werde bei der Besprechung der Rollen der einzelnen an-

bis auf den Fall von SO_4 bis jetzt weder von mir noch von einem anderen unternommen worden sind. Diese Untersuchungen sind auch dann nicht überflüssig, wenn den Larven infolge der hochgradigen Verdünnung, wie sie im Meerwasser z. T. realisiert ist, nur Ionen zur Verfügung stehen. Auch dann ist noch zu zeigen, daß sie nur letztere und keine nicht dissociierten Verbindungen, die denselben notwendigen Stoff enthalten, gebrauchen können.

organischen Stoffe unter letzteren zwei Kategorien unterscheiden, von denen die erste dadurch charakterisiert ist, dass die zu ihr gehörigen Stoffe vom Beginn der Entwickelung an im umgebenden Medium vorhanden sein müssen, während die Stoffe der zweiten Kategorien den Larven erst auf späteren Stadien zur Verfügung zu stehen brauchen.

Zu den Stoffen der ersten Kategorie gehören: Cl, OH, Na, K und Ca, während wir zu der zweiten SO_4, CO_3 und Mg zu stellen haben.

I. Stoffe, deren Anwesenheit im umgebenden Medium schon vom Beginn der Entwickelung an notwendig ist.

1. Die Rolle des Chlors.

Da die Furchung der Seeigeleier in Cl-freiem Seewasser, das mit HCOONa an Stelle von NaCl hergestellt worden ist und die anderen notwendigen, sonst als Chloride zugesetzten Metalle in Form von Sulfaten enthält, nur beginnt, aber längst nicht bis zu Ende verläuft, während in der Kontrollkultur mit der gleichen Menge HCOONa aber mit Chloriden an Stelle der Sulfate, welche in der zur Herstellung der Cl-freien Mischung verwandten Quantität noch nicht schädlich wirken, Blastulä entstehen können, da ferner auch auf allen späteren Entwickelungsstadien das Wasser mit Cl sich über jenes ohne Cl stets in Bezug auf Erhaltung der Entwickelungs- und Lebensfähigkeit als überlegen erweist, so müssen wir dem Chlor eine allgemeine Rolle bei der Ontogenese zuschreiben, welche nicht nur auf einem einzigen Stadium der Entwickelung auszufüllen ist, sondern sich auf allen wiederholt.

Hiermit soll keineswegs gesagt sein, daß sich das Chlor auch an allen Bildungsprozessen direkt beteilige. Es ist vielmehr denkbar, daß es nur an einem fundamentalen Vorgang, der im Laufe der Entwickelung immer wiederkehrt und andere Prozesse nur indirekt beeinflusst, direkten Anteil hat. Ja es ist sogar trotz der allgemeinen Rolle, die wir dem Chlor zuschreiben müssen, die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, daß es für spezielle Vorgänge direkt schädlich sein könnte, wenn es nicht auf irgend eine Weise von der direkten Einmischung in dieselben abgehalten würde.

Wir werden über diese Möglichkeiten erst dann Aufschluß erhalten können, wenn wir erfahren haben, wie das Chlor seine Rolle in der Ontogenese der Seeigel spielt. Jetzt können wir nur sagen,

wobei es eine Rolle spielt, und dieses ist sehr leicht gethan, weil eben ohne Cl die ganze Entwickelung ausfällt und daraus sich eine allgemeine Rolle für diesen Stoff ergiebt.

2. Die Rolle des Hydroxyls.

Im Jahre 1898 machte ich die Mitteilung[1]), daß zur normalen Entwickelung der Seeigellarven auch ein bestimmter, nicht zu hoher und nicht zu tiefer Grad von Alkalinität notwendig sei, und kurz darauf veröffentlichte *J. Loeb*[2]) seine interessante Entdeckung, daß man die Entwickelung von Arbacia pustulosa durch Zusatz einer geringen Quantität NaOH zum Meerwasser beschleunigen könne. Beide Befunde ergänzen sich auf das Willkommenste.

Bei der Aufsuchung der Rolle, welche das Hydroxyl bei der Entwickelung unserer Versuchsobjekte spielt, wollen wir uns an Sphaerechinus granularis halten, weil das Optimum der OH-Konzentration für die Keime dieses Seeigels höher liegt als für diejenigen von Echinus microtuberculatus.

Die Eier von Sphaerechinus verhalten sich OH-freiem oder, richtiger gesagt, OH-armem[3]) Seewasser gegenüber individuell sehr verschieden. Während nämlich ein Teil der Eier schon auf ganz frühen Furchungsstadien, nachdem eine oder zwei, ja bisweilen sogar keine Teilung stattgefunden hatten, die Entwickelung einstellte, furchten sich andere weiter, und erreichten dritte sogar das Blastulastadium, welches sich freilich durch die geringere Grösse und das trübe Aussehen der Blastodermzellen von der Norm unterschied.

Wollen wir nach diesem Resultat die Rolle des Hydroxyls beurteilen, so müssen wir uns an diejenigen Eier halten, bei denen die Notwendigkeit von OH am frühesten hervortritt. Von diesem frühesten Stadium an spielt dann die Alkalinität des umgebenden Mediums eine Rolle, deren späteres Deutlicherwerden bei anderen Eiern somit an speziellen Mitteln und Wegen liegt, welche diesen Eiern den OH-Mangel im umgebenden Medium einige Zeit länger erträglich machen als anderen.

OH ist also ebenso wie Cl ein allgemeines Mittel der Onto-

[1]) Arch. Entw.-Mech. Bd. 7, 1898 p. 500 und 501.

[2]) Ibidem p. 631.

[3]) Das verwendete künstliche Seewasser, welches frei von Phosphaten und Karbonaten war, reagierte auf Lakmuspapier neutral, auf alizarinsulfosaures Natrium dagegen schwach alkalisch.

genese, da es weder zu Anfang der Entwickelung noch später entbehrt werden kann.

Da nun aber OH in sehr geringen Mengen notwendig ist, und somit ganz minimale Schwankungen in seiner Konzentration augenfällige Unterschiede hervorrufen, so kann man durch tropfenweisen Zusatz einer verdünnten NaOH-Lösung — ich benutzte $\frac{1}{8}$ oder $\frac{1}{10}$ n[1]) — herausfinden, zu welchen Prozessen das Hydroxyl besonders und zu welchen es weniger notwendig ist.

Ich hebe aus den Resultaten dieser meiner Untersuchungen folgende Punkte hervor.

Daß OH zunächst eine wichtige Rolle

bei der Befruchtung

zu spielen hat, lernte ich bereits vor Jahren bei meinen Versuchen mit kalkfreiem Seewasser ohne Karbonate kennen. Als ich nämlich die Eier in demselben, das übrigens infolge von $MgHPO_4$-Zusatz etwas alkalisch reagierte, befruchten wollte, ging die Befruchtung nicht von statten. Den Grund dafür fand ich im Herbste 1901 in der zu geringen Alkalinität des verwendeten künstlichen Ca-freien Wassers, denn war dasselbe durch tropfenweisen Zusatz von verdünnter NaOH-Lösung etwas alkalischer gemacht worden, so ging die Befruchtung in dem Ca-freien Wasser glatt vor sich. Interessant hierbei ist, daß der untere Schwellenwert für die Eier bei einer höheren Konzentration liegt als für die Spermatozoen, und daß das Maximum der OH-Konzentration für letztere eher erreicht ist als für erstere. Der Vollzug der Befruchtung ist infolgedessen nur innerhalb einer ganz kleinen Konzentrationszone möglich.

Später nach der Befruchtung kann dann die OH-Konzentration wieder etwas sinken, was daraus zu ersehen ist, daß sich Eier in demselben Wasser, dessen Alkalinität zur Befruchtung nicht genügte, bis zu Ende furchen und sogar wimpernden Blastulazellen den Ursprung geben können.

An zweiter Stelle sei darauf hingewiesen, daß die Alkalinität des umgebenden Mediums von bedeutendem Einfluß auf

die regelmäßige Ausgestaltung der Larvenform

ist, wie an den knitterigen und faltigen Larven zu erkennen ist, welche in Wasser von ungenügendem Alkalinitätsgrad sowohl in Sphaerechinus- wie Echinus-Kulturen entstehen. Wir haben

[1]) D. h. 0,5%- oder 0,4%ige Lösung.

hierbei zwei Arten von Falten zu unterscheiden, die verschiedenen Ursachen ihre Entstehung verdanken. Die einen entstehen vor dem Blastulastadium im Momente, wo sich die Furchungszellen zur Bildung des Blastulaepithels eng gegen einander abplatten, und sind auf eine, nicht normal kugelschaalenförmige, sondern unregelmäßige Anordnung der Furchungszellen in diesem Momente zurückzuführen. Diese Art von Falten findet sich vorzugsweise in ungenügend alkalischen Zuchten von Sphaerechinus vor, während die zweite Art besonders deutlich in solchen Kulturen von Echinus hervortritt, in denen die Alkalinität des umgebenden Mediums die Entwickelung über die Blastula hinaus gestattet. Diese faltigen Larven der zweiten Kategorie gehen aus ursprünglich glatten hervor und verdanken dem Umstande ihre Entstehung, daß ihr Ektoderm zwar durch Zellvermehrung an Fläche zugenommen hat, daß aber der osmotische Druck im Blastocöl zum Straffspannen der Wandung nicht hinreicht. Bei Erhöhung der Alkalinität des Wassers kommen die Falten in Wegfall.

Es ist möglich, daß wir diesen letzteren Teil der Rolle des Hydroxyls, nämlich die Straffspannung des Ektoderms nach Überschreiten des Blastulastadiums, vielleicht später vom Hydroxyl auf die Karbonate werden übertragen müssen, wie aus folgenden Überlegungen hervorgeht: Verwenden wir zur Herstellung unserer künstlichen Seewassergemische Karbonate, so gelangen auch immer OH-Ionen gleichzeitig in die Lösungen hinein. Wir wissen also nicht, was wir — abgesehen von der Skelettbildung, bei der man nicht im Zweifel sein kann — von den Bildungsprozessen, die durch den Karbonatzusatz ermöglicht werden, auf Rechnung des einen oder anderen Faktors zu setzen haben. Setzen wir umgekehrt zu einer karbonatfreien Mischung NaOH, so wird nach einiger Zeit durch Aufnahme von CO_2 aus der Luft und durch Zurückhalten von den Keimen ausgeatmeter Kohlensäure auch Karbonat den Larven zur Verfügung stehen. Ich werde mich bei meinen weiteren Versuchen bemühen, durch geeignete Versuchsanordnung die Rollen von OH und CO_3 mehr zu trennen, als dies bis jetzt möglich ist.

Wir gehen von diesem notwendigen Intermezzo weiter zu dem Einfluß, welchen die Alkalinität auf

die Größenzunahme der Larven

ausübt. Durch tropfenweisen Zusatz einer verdünnten NaOH-Lösung zu OH-armem Wasser können nämlich die Dimensionen der Larven bedeutend gesteigert werden, wie aus folgenden Zahlen hervorgeht.

Dieselben geben das Verhältnis von Längs- zu Quermesser von Sphaerechinus-Blastulis in Teilstrichen des Okularmillimeters bei *Zeiss*'schem Okular II und Objekt C wieder. In der OH-armem Kultur ohne NaOH-Zusatz betrug das erwähnte Verhältnis $\frac{15.87}{16.62}$, bei Zusatz von einem Tropfen $\frac{1}{10}$ n NaOH zu 20 ccm der ersten Zucht stieg dasselbe auf $\frac{16.87}{17.66}$ und bei Zusatz von drei Tropfen auf $\frac{19.23}{20.21}$ im Durchschnitt.

Handelte es sich bis jetzt um morphologische Prozesse, welche von der Alkalinität des umgebenden Mediums beeinflußt wurden, so soll im folgenden ein physiologischer Prozess zur Sprache kommen, bei dem OH eine Rolle spielt. Es ist dieses

die Wimperbewegung der Larven.

Daß schon erloschene Flimmerung durch den Reiz von Alkalien wieder angeregt werden kann, ist eine altbekannte Thatsache. Aus ihr geht aber nicht ohne weiteres hervor, daß eine geringfügige OH-Konzentration auch eine notwendige Bedingung der Wimperbewegung bildet, wie sich dieses bei meinen Untersuchungen herausgestellt hat. Freilich kann man den Beweis dafür nur dann liefern, wenn man Sphaerechinus-Eier zu den Versuchen verwendet, da das Optimum der OH-Wirkung für dieselben bei einer etwas höheren Konzentration liegt als für Echinus-Keime. Außerdem darf die benutzte OH-arme Lösung nicht zu lange in Glasflaschen stehen geblieben sein. Sind diese Versuchsbedingungen erfüllt, dann läßt sich aber die Notwendigkeit eines geringfügigen Alkalinitätsgrades für das Zustandekommen der Wimperbewegung der Sphaerechinus-Blastulä nachweisen.

Nachdem wir im vorstehenden erfahren haben, wobei OH eine in die Augen fallende Rolle spielt, wollen wir noch kurz erörtern, wie es diese Rollen vielleicht ausübt.

Man kann zunächst daran denken, daß dem Hydroxyl die Aufgabe zufallen könnte, eine im Stoffwechsel produzierte stärkere Säure zu neutralisieren. Um dieses zu entscheiden habe ich verschiedene Indikatoren in Seewasser gelöst in der Hoffnung, daß dieselben von den Larven aufgenommen würden und so zum Nachweis einer lokal oder allgemein im Körper vorhandenen Säure dienen könnten. Ich gelangte aber nur mit Cyanin zu einem Resultat, da die anderen Indikatoren von den Keimen entweder überhaupt nicht oder nur

nach ihrem Absterben aufgenommen wurden. Das Ergebnis der Cyaninversuche war, daß die Larven auch in OH-armem Seewasser bis zu ihrem Ende den Farbstoff mit blauer Farbe aufnahmen und speicherten, was mindestens eine neutrale Reaktion anzeigt, da der Farbstoff im Wasser ebenfalls mit blauer Farbe gelöst war. Da nun auch die Versuchsmischung am Ende des Versuches mindestens ebenso alkalisch wie zu Anfang reagierte, so konnten die Larven während ihrer Entwickelung keine stärkere Säure produziert haben, die wegen OH-Mangel im umgebenden Medium freigeblieben wäre.

Wir müssen uns also nach einer anderen Erklärung des „Wie" der Rolle von OH umsehen, und ich glaube, wir dürften nicht fehlgehen, wenn wir mit *J. Loeb* auf die altbekannte Thatsache hinweisen, daß Oxydationsprozesse durch Alkalizusatz bedeutend befördert werden können. *Loeb* knüpfte hieran an, um die Beschleunigung der Entwickelung von Arbacia durch einen geringfügigen NaOH-Zusatz zum Meerwasser plausibel zu machen. Er dürfte hiermit das Richtige getroffen und uns zugleich das Mittel in die Hand gegeben haben, das „Wie" der Rolle des Hydroxyls bei der Echinodermenentwickelung ganz oder wenigstens teilweise mit Hilfe derselben Thatsache zu erklären.

Reicht die Erklärung nur teilweise aus, so kann der Rest noch auf andere Weise dem Verständnis näher gebracht werden, nämlich z. B. unter Hinweis auf die Thatsache, daß manche Enzymwirkungen durch Alkali befördert werden[1]). Daß aber bei der Organbildung mannichfache Fermentwirkungen vorkommen dürften, scheint mir trotz des Mangels einschlägiger Untersuchungen ziemlich wahrscheinlich zu sein.

3. Die Rolle des Natriums.

Auch Natrium ist ein allgemeines Mittel der Ontogenese, d. h. es ist zu einem oder auch zu mehreren fundamentalen Vorgängen notwendig, die sich im Laufe der Ontogenese immer wiederholen. Zur Kenntnis eines dieser Vorgänge werden wir vielleicht durch folgende Auseinandersetzungen mit *J. Loeb* geführt werden.

Loeb hat nämlich in einer Reihen von Arbeiten[2]), die in den letzten Jahren erschienen sind, das Natrium für einen „giftigen"

[1]) Vgl. *Bredig*, Anorganische Fermente p. 58 ff.

[2]) American Journ. of Physiol. Bd. III. 1900, p. 327 ff.; ibidem p. 383; ibidem Bd. 6, 1902, p. 411, auch *Pflüger*'s Archiv Bd. 88, 1901, p. 68.

Stoff erklärt und dem Kalium und besonders dem Calcium nur die Aufgabe zudiktiert, die giftigen Wirkungen des Natriums aufzuheben. Fehlt letzteres, so ist auch kein Calcium und kein Kalium notwendig. Er gründet diese seine Ansicht auf den entschieden interessanten Befund, daß sich die Eier von Fundulus entwickeln und leben bleiben

a) in destilliertem Wasser,
b) in Seewasser,
c) in „ + 5% NaCl.

In einer reinen NaCl-Lösung sterben dagegen die meisten Eier auf frühen Stadien ab, und bildet nur ein kleiner Teil Embryonen, die nicht ausschlüpfen. In 98 ccm $\frac{5}{8}$ n NaCl + 2 ccm $\frac{5}{8}$ n KCl wird nur eine kleine Anzahl Embryonen gebildet, welche nicht länger als eine Woche am Leben bleiben, während in 96 ccm $\frac{5}{8}$ n NaCl + 2 ccm $\frac{5}{8}$ n KCl + 2 ccm $\frac{10}{8}$ n $CaCl_2$ sich alle Eier entwickeln, die jungen Fischchen ausschlüpfen und unbegrenzt lange am Leben bleiben.

Nach diesen Resultaten erscheint zunächst der *Loeb*'sche Standpunkt als vollkommen berechtigt. Er ist es aber in der Allgemeinheit ausgesprochen, wie dieses oben geschah, doch nicht.

Man kann nämlich aus der allgemeinen Fassung, die *Loeb* selbst seinen Resultaten z. T. giebt, herauslesen, er verträte die Ansicht, daß die sogenannten unentbehrlichen Aschebestandteile überhaupt nicht notwendig seien, wenn keiner von ihnen vorhanden ist, daß sie aber sofort notwendig werden, wenn einer, speziell Natrium, zugegen ist. Dann müssen nämlich die anderen — bei Fundulus sind es Kalium und besonders Calcium — hinzutreten, um die giftige Wirkung des einen, des Natriums, aufzuheben. Dieses wäre wirklich eine revolutionäre Ansicht, deren Richtigkeit von größter Tragweite für die Biologie wäre. Leider ist sie aber absolut unhaltbar, und ich glaube, daß *Loeb* selbst dieses im Grunde ohne weiteres zugeben wird, obwohl man aus seinen Schriften, wie gesagt, sehr wohl eine solche Ansicht herauslesen könnte.

In der allgemeinen Fassung könnte man nämlich die *Loeb*'sche Ansicht nur dann vertreten, wenn man sämtliches Natrium aus den Knochenfischkeimen herausbringen und zeigen könnte, daß dann auch Kalium und Calcium fehlen können. Dieses dürfte aber schwer gelingen, denn man weiß, daß Kalium und Calcium bestimmte Rollen zu ver-

richten haben, und ebenso dürfte das Natrium nicht entbehrt werden können, wobei ich nur an die bekannte Thatsache erinnern will, daß das Chlornatrium das Ausfallen der Globuline aus dem Blute verhindert. Meine eigenen Erfahrungen an Seeigelkeimen halten mich natürlich erst recht ab, von der „Giftigkeit" des Natriums zu sprechen, da ich doch dessen Unentbehrlichkeit glaube nachgewiesen zu haben.

Wenn aber ein Stoff in irgend einer Weise unentbehrlich ist, darf man nicht allgemein von seiner Giftigkeit sprechen. Er kann dann höchstens in einem speziellen Falle schädlich wirken, wenn ihm in diesem Falle nicht andere Stoffe als Antagonisten entgegen arbeiten.

Ich glaube, daß uns folgende Erörterungen zum Erkennen dieses speziellen Falles führen werden. *Loeb* hat — wie wir oben sahen — gezeigt, daß man die Eier von Fundulus aus Meerwasser sowohl in destilliertes Wasser wie in Seewasser + 5% NaCl bringen kann, und daß sie sich in allen drei Medien entwickelen. Ebenso kann man ausgebildete Exemplare von Fundulus nach *Loeb*'s Angabe und in gleicher Weise Stichlinge, wie neuerdings wieder *Girard*[1]) experimentell sicher gestellt hat, aus Seewasser in Süsswasser und umgekehrt ganz plötzlich versetzen, ohne daß die Tiere in dem einen Falle auffallend quellen oder im anderen schrumpfen. Daraus geht hervor, daß die Membran oder die Membranen, welche bei den Keimen und den ausgebildeten Fischen den Verkehr zwischen dem inneren und dem äußeren Medium vermitteln, weder für die Salze des Meerwassers noch für das Wasser selbst permeabel sind. Wollte man erwidern, daß bei den betreffenden Fischen der Salzaustausch eben so rasch erfolge, daß gar keine namhafte Volumenveränderung der Fische zu stande kommen könne, wenn man sie aus See- in Süßwasser überträgt, so ist darauf zu erwidern, daß sich der osmotische Druck des Blutes der Teleostier nach den Untersuchungen von *Bottazzi*[2]) und *Fredericq*[3]) nicht nach demjenigen des umgebenden Mediums richtet, sondern daß er bei den Knochenfischen des Meeres geringer, bei denen des Süßwassers dagegen höher als der des umgebenden Mediums ist. *Fredericq*[4]) hat deshalb die Kiemenepithelien dieser Fische mit dünnen Kautschuk-

[1]) Compt. rendus d. séances de la soc. d. biologie. 1900 p. 1.

[2]) Arch. ital. d. biol. Bd. 28, 1897, und Archiv f. Anat. u. Phys. Phys. Abt. 1901, Suppl.-Bd. p. 109.

[3]) Bull. Ac. Roy. Belg. Cl. d. sc. 1901, p. 443.

[4]) Bull. Ac. Roy. Belg. Cl. d. sc. 1901, p. 69.

membranen verglichen, welche wohl für Gase aber nicht für Wasser und darin gelöste diffussible Stoffe[1]) durchlässig sind.

Wenn also *Loeb* die Eier seines Versuchsobjektes in eine reine NaCl-Lösung bringt, so wird das Kochsalz gar nicht eindringen. Da es nun aber doch wirkt, so muß es auf die Oberfläche wirken. An ganz jungen Aalen, welche eben aus dem Meere in den Fluß (Sarno bei Neapel) aufgestiegen waren, habe ich nun bemerkt, daß sich die Kiemenepithelien in einer reinen NaCl-Lösung in Zellen auflösen ähnlich, wie dies das Blastulaepithel der Seeigellarven in kalkfreiem Medium thut. Da nun eine solche Auflösung des Kiemenepithels in destilliertem Wasser, wie ich mich ebenfalls bei jungen Aalen überzeugt habe, nicht stattfindet, die Tiere vielmehr lange darin am Leben bleiben, so geht daraus hervor, daß gerade das Natrium das Auseinandergehen begünstigt, während Calcium entgegengesetzt wirkt, wie ich in meiner Arbeit über das Auseinandergehen von Furchungs- und Gewebezellen im kalkfreien Medium gezeigt habe. Natrium und Calcium sind also insofern Antagonisten als das eine das Auseinandergehen, das andere das Zusammenhalten der Epithelzellen besorgt.

Da mir bis jetzt noch keine Eier eines Fisches, der sich gleich gut in See- wie Süßwasser entwickelt, zur Verfügung standen, so kann ich nicht mit absoluter Bestimmtheit behaupten, daß die Unmöglichkeit der Entstehung von Fischembryonen in einer reinen NaCl-Lösung ebenfalls an einer Auflockerung der Furchungszellen der Keimscheibe liegt, aber ich bin fest überzeugt, daß darin der Grund des Absterbens der Keime in einer Kochsalzlösung ohne Ca-Zusatz gefunden werden wird.

In Bezug auf Zellverbandlösen und Zellverbandbilden sind also Na und Ca Antagonisten. Da nun aber das Zellverbandlösen nicht ohne weiteres ein schädlicher Vorgang ist, sondern am rechten Orte und zu rechter Zeit, wie z. B. bei der Mesenchymbildung, sogar ein notwendiger Prozeß sein kann, so kann ich die *Loeb*'sche Ausdrucksweise der Thatsachen d. h. die Giftigkeitserklärung des Natriums

[1]) Die Kiemenepithelien stehen also in scharfem Gegensatz zu den Epithelien, welche bei Seeigeln den Verkehr zwischen innerem und äußeren Medium vermitteln. Letztere lassen nämlich nicht nur Wasser, sondern auch die darin gelösten anorganischen Stoffe hindurchtreten, wie aus meinen zahlreichen Versuchen mit qualitativ verschiedenem Salzgehalt hervorgeht. Außerdem habe ich vor Jahren mit Erfolg Seeigellarven in filtrierter Leibeshöhlenflüssigkeit erwachsener Seeigel gezüchtet, woraus hervorgeht, daß letztere ungefähr dieselbe qualitative und quantitative Zusammensetzung wie das Meerwasser haben muß.

und sein Unschädlichmachen durch Calcium nicht für angebracht halten. Ich werde mich deshalb mit *Howell*[1]) der alten Ausdrucksweise bedienen und sagen, daß zu einem morphogenetischen oder physiologischen Prozeß Natrium allein nicht genügt, sondern daß dazu noch andere Stoffe, etwa K und Ca, notwendig sind, wenn das Zustandekommen der Formbildung oder der Funktionsausübung in einer reinen NaCl-Lösung erst nach Zusatz von K und Ca ermöglicht ist. Dabei werde ich aber angesichts der *Loeb*'schen Resultate die Möglichkeit im Auge behalten, daß ein notwendiger Stoff bei einer anderen Gelegenheit als da, wo er nötig ist, allein ohne Antagonisten auch schädlich sein kann und zwar vielleicht gerade wegen der Eigenschaft, wegen welcher er bei einem anderen Vorgange unentbehrlich ist.

So hat uns also die Auseinandersetzung mit *Loeb* dazu geführt, dem Natrium eine aktive Rolle beim Zelltrennen zuzuschreiben. Dieser Satz gilt zunächst nur strikte für das Auflösen der Kiemenepithelien und wahrscheinlich des Blastoderms der Teleostier. Ob sich sein Gültigkeitsbereich bis auf die Entwickelung der Seeigelkeime ausdehnen läßt, werde ich in meiner ausführlichen Abhandlung mitteilen.

Natürlich halte ich die Rolle des Natriums mit dieser einen Funktion beim Zelltrennen nicht für erschöpft. So stimme ich z. B. dem Ausspruche *Loeb*'s[2]) bei, daß das Natrium für die Herzthätigkeit und die rhythmische Kontraktionen der Medusen notwendig ist, wobei ich freilich meine Verwunderung nicht unterdrücken kann, daß *Loeb* trotz des Anerkennens der Rolle des Natriums im folgenden Satze wieder von der Giftigkeit desselben Stoffes für dieselben Funktionen spricht. Meiner Ansicht nach hätte er nach Anerkennung der Notwendigkeit des Natriums für die Herzkontraktion logischerweise dazu gezwungen werden müssen, die Thatsache, daß die Kontraktion in einer NaCl-Lösung nur nach K- und Ca-Zusatz für längere Zeit möglich ist, so aufzufassen, wie dies sein Gegner *Howell*[3]) thut, und wie ich es auch für richtig halte, nämlich zu sagen, daß zur Erhaltung der Herzthätigkeit nicht nur Na, sondern auch K und Ca unentbehrlich sind.

4. Die Rolle des Kaliums.

In K-freiem Medium verläuft die Furchung der Echinus-Eier nicht bis zu Ende, so daß also für diese Gattung die Anwesenheit

[1]) Americ. Journ. of Physiol. Bd. 6, 1902, p. 193 ff.
[2]) *Pflüger*'s Archiv Bd. 88, 1901, p. 68.
[3]) Americ. Journ. of Physiol. Bd. 6, 1902, p. 193 ff.

von Kalium im umgebenden Medium bereits vom Beginne der Entwickelung notwendig ist. Im Gegensatz zu Echinus entstehen aus den Eiern von Sphaerechinus in Seewasser ohne K zwar meist Blastulae; dieselben sind aber klein und trübe, und außerdem macht sich bereits vor ihrer Bildung, etwa vom 100-Zellenstadium an, eine Verzögerung der Furchung in den Zuchten ohne K bemerkbar, so daß also auch hier bereits zur ersten Etappe der Entwickelung Kalium notwendig ist. Da es nun ausserdem auch auf allen späteren Stadien nicht entbehrt werden kann, so haben wir auch in ihm ein allgemeines Mittel der Ontogenese vor uns.

Besonders deutlich tritt die Rolle des Kaliums bei folgenden Prozessen hervor:

Erstens beim Wachstum, das in Seewasser ohne K ganz oder nahezu unterbleibt, und zwar äußert sich diese Wachstumshemmung in zweierlei Weise: Einmal ist nämlich das Volumen der trüben Blastulae von Sphaerechinus aus einer K-freien Zucht bedeutend geringer als das normaler Blastulae, und sodann unterbleibt das Auswachsen des Urdarmes d. h. die nach innen gerichtete schlauchförmige Flächenzunahme des vegetativen Teiles der Blastulawand.

Auch auf botanischem Gebiete spielt das Kalium bekanntlich beim Wachstum eine hervorragende Rolle, wie aus der Thatsache hervorgeht, daß es sich besonders in den jugendlichen, noch wachsenden Organen angesammelt findet.

Nun ist aber das Wachstum von einem bestimmten Wassergehalt der Organe abhängig, worauf auf zoologischem Gebiete wohl zuerst *J. Loeb*[1]) aufmerksam gemacht hat. Ich wies dann vor nunmehr neun Jahren daraufhin, daß die bedeutende Volumenzunahme des Echinodermenkeimes vom Ei bis zum Pluteus ausschließlich durch Wasseraufnahme zu stande kommen muß[2]), wofür der Beweis in der Thatsache liegt, daß die Larven vor Erreichung des Pluteusstadiums keine organische Nahrung aufnehmen können und außerdem auch keine in meinen künstlichen Seewassermischungen zur Verfügung haben. Sodann hat *Davenport*[3]) nachgewiesen, daß das Trockengewicht der Froschembryonen bis zu dem Momente, wo sie zu fressen beginnen, ungefähr dasselbe bleibt oder sogar etwas abnimmt, während der Wassergehalt ganz gewaltig anwächst. Wachstum und Wasseraufnahme sind also auf den ersten Entwickelungsstadien identische Begriffe.

[1]) Untersuchungen zur physiologischen Morphologie der Tiere II., 1892.
[2]) Mitteil. zool. Station Neapel Bd. 11, 1893, p. 185 u. 191.
[3]) Proceed. Boston Soc. Nat. Hist. Vol. 28, 1897 p. 73.

Damit ist bewiesen, daß das Kalium bei der Wasseraufnahme der Keime eine hervorragende Rolle spielt.

Es ist für ein späteres weiteres Vordringen in das „Wie“ dieser Rolle von Wichtigkeit, daß dieses unser Resultat mit dem interessanten Befunde *J. Loeb*'s[1]) übereinstimmt, wonach Froschgastroknemien in einer 0,7 %igen NaCl-Lösung nach 18 Stunden um 6 % ihres Anfangsgewichtes durch Wasseraufnahme an Gewicht zugenommen hatten, während in einer äquimolekularen KCl-Lösung die Zunahme 45,7 % betrug. Bei Verwendung von $CaCl_2$ war dagegen eine Gewichtsabnahme von 20 % eingetreten. Also auch auf einem so heterogenen Gebiete wird wie in jugendlichen pflanzlichen Organen und in tierischen Keimen die Wasseraufnahme durch Kalium bedeutend gesteigert.

Wie dieses freilich zu Stande kommt, ist z. Z. nicht anzugeben; es ist aber zu hoffen, daß wir dann zugleich über alle drei Fälle aufgeklärt werden, wenn wir in einem Falle wissen, wie hier das Kalium eine gesteigerte Wasseraufnahme zu stande bringt.

An zweiter Stelle will ich auf die Rolle des Kaliums bei der Wimperbewegung zu sprechen kommen, da uns die Auseinandersetzungen über die Steigerung der Wasseraufnahme durch Kalium auch hier noch einen Schritt weiter in unserer Analyse thun lassen werden.

Die Thatsache ist einfach die, daß die kleinen trüben Sphaerechinus-Blastulae im K-freien Medium nicht munter wimpern, obwohl sie Wimperhaare besitzen können. Mit steigendem K-Gehalt nimmt die Lebhaftigkeit der Wimperbewegung bis zu einer gewissen Grenze zu.

Nun ist seit langem bekannt[2]), daß die Lebhaftigkeit der Wimperbewegung vom Wassergehalt der Gewebe abhängig ist, indem sie mit steigendem Wassergehalt bis zu einer gewissen Grenze ebenfalls steigt. Oben sahen wir aber, daß das Kalium von bedeutendem Einfluß auf den Wassergehalt der Gewebe ist. Die Bewegungslosigkeit der trüben Sphaerechinus-Blastulae im K-freien Medium ist also eine Folge des mangelhaften Wassergehaltes des Blastoderms.

Endlich sei an dritter Stelle noch erwähnt, daß K bei der Kontraktion eine wichtige Rolle spielt, wie ich an kleinen Medusen beobachtet habe. Etwas neues ist dieses freilich nicht, denn den Tierphysiologen ist es eine bekannte Thatsache, daß Kalium in geringen

[1]) *Pflüger*'s Archiv Bd. 75, 1899, p. 303.

[2]) Man vergl. *Engelmann*, Protoplasma- und Flimmerbewegung. *Hermann*'s Handbuch Bd. I I,. p. 397.

Mengen zur Herzkontraktion notwendig ist[1]), obgleich es in höheren Dosen ein starkes Herzgift repräsentiert.

5. Die Rolle des Calciums.

Auch Calcium ist von Anfang an unentbehrlich, aber aus ganz anderem Grunde wie die vorher aufgezählten Stoffe. Die Furchung verläuft nämlich im Ca-freien Medium regelrecht bis zu Ende ab, was aber gestört ist, ist der Zusammenhalt der Zellen, wie ich in meiner Arbeit „Über das Auseinandergehen von Furchungs- und Gewebezellen im kalkfreien Medium“[2]) eingehend dargelegt habe.

Ich will hier nur noch hinzufügen, daß sich nur Epithelien in kalkfreiem Wasser in ihre einzelnen Zellen auflösen, daß aber z. B. Muskeln nicht in ihre einzelnen Elemente zerfallen.

Außerdem sei darauf hingewiesen, daß der Prozeß des Auseinandergehens der Zellen in Seewasser ohne Kalk ein reversibler Prozeß ist, indem geschlossene Zellenkomplexe durch Fortfall des Kalkes nicht nur aufgelöst, sondern auch aufgelöste nach Zurückbringen in Wasser mit Ca wieder zum Zusammenschluß gebracht werden können, sofern die einzelnen Zellen sich noch punktuell berühren und nicht durch Zwischenräume von einander getrennt sind.

Als eine der Komponenten, welche das Auseinandergehen der Zellen im kalkfreien Medium ermöglichen, habe ich in meiner eben citierten Arbeit die Veränderung der „Verbindungsmembran“ bezeichnet, welche sich über alle Furchungsstadien hinweg erstreckt und auch die freie Oberfläche der Larven nach außen hin noch begrenzt. Durch das Ca-freie Wasser wird diese Verbindungsmembran in ihrer physikalischen Beschaffenheit verändert, sie verliert ihre scharfe Begrenzung nach außen und hält jetzt nicht mehr gleich einer elastischen Haut die einzelnen Zellen zusammen. Daß aber die normale Beschaffenheit der Verbindungsmembran nicht der einzige Faktor ist, welcher den Zusammenhalt der Zellen ermöglicht, geht doch wohl aus der Thatsache hervor, daß nach dem Zurückbringen der isolierten Furchungskugeln aus Wasser ohne in solches mit Ca die Zellen bei den weiteren Teilungen bei einander bleiben, obgleich die normale Beschaffenheit der Membran noch nicht wieder hergestellt ist. Folgende Auseinandersetzungen sollen dazu dienen, uns einen Fingerzeig zu geben, in

[1]) Man vergl. *Howell*, Americ. Journ. of Phys. Bd. 2, 1899 p. 47 u. Bd. 6, 1902, p. 181. In ersterer Arbeit wird man auch weitere Litteraturangaben finden.

[2]) Arch. Entw.-Mech. Bd. 9, 1900 p. 424.

welcher Richtung wir diesen zweiten Faktor zu suchen haben, der den Zusammenhalt der Zellen bedingt. Es fiel mir schon bei den ersten Versuchen, welche mich mit der Notwendigkeit des Calciums für den Zusammenhalt der Zellen bekannt machten, die Analogie auf, welche zwischen der Faserstoffgerinnung und dem Zusammenballen von gelösten Zellenkomplexen nach dem Zurückbringen aus Ca-freiem in Ca-haltiges Wasser besteht. Nach den älteren Untersuchungen von *Arthus* und *Pagès*[1]), sowie nach den neueren von *Hammarsten*[2]) und den neuesten von *Sabbatani*[3]) ist nämlich zur Faserstoffgerinnung die Anwesenheit von Calcium und zwar nach den Angaben des zuletzt genannten Forschers im Ionenzustande notwendig. Dabei ist wichtig, daß die Faserstoffgerinnung nach den Untersuchungen von *Hammarsten* keine Fällung im chemischen Sinne ist, daß sich also nicht aus dem Fibrinogen und dem Calcium mit Hülfe des Fibrinfermentes eine unlösliche Eiweißkalkverbindung, das Fibrin, bildet, da letzteres dieselbe Menge Ca wie das Fibrinogen enthält.

Es handelt sich demnach hier um eine kompliziertere, von mehreren Komponenten abhängige Koagulation, und ich glaube, daß das Calcium dabei dieselbe Rolle spielt wie bei dem Zusammenhalten der Furchungs- und Gewebezellen. Der Unterschied ist nur der, daß im Falle der Fibringerinnung die unsichtbaren „Teilchen" der colloidalen Fibrinogenlösung durch das Calcium zum Zusammenballen gebracht werden, während es im unseren Falle mikroskopisch sichtbare Teilchen, d. h. tierische Zellen sind, welche durch das Calcium zusammengehalten werden.

Wir haben also meiner Ansicht nach im Lösen und Wiederherstellen des Zellenverbandes von Seeigelkeimen durch Ca-freies und Ca-haltiges Seewasser einen reversiblen Koagulationsprozess vor uns, der sich an mikroskopisch sichtbaren Teilchen, den Zellen, abspielt.

In dieser letzteren Hinsicht erinnert der Vorgang auch an „die Klärung trüber Lösungen"[4]), von denen er sich aber dadurch unterscheidet, daß das Zusammenleimen durch Ca-Mangel aufgelockerter

[1]) Arch. de phys. norm. et path. sér. 5. Bd. 2, 1890, p. 739.

[2]) Zeitschr. f. phys. Chemie Bd. 22, 1896, p. 333.

[3]) Arch. ital. de biol. Bd. 36. 1901 p. 397.

[4]) *Quincke*, diese Zeitschr. Bd. 7 neue Folge, 1901 p. 97. Dort und bei *Bredig* „Anorganische Fermente" p. 12 ff. sind die Litteraturnachweise über die Arbeiten von *Barus, Bodländer, Spring* etc. zu finden.

Echinodermenkeime nur durch Zufuhr eines bestimmten Elektrolyten, durch ein Calciumsalz[1]), möglich ist.

Durch Hinweis auf diese Analogien habe ich die Lösung des Problems von den Biologen ab- und den Physikern resp. physikalischen Chemikern zugeschoben.

Nachdem wir im vorstehenden die Rolle des Calciums beim Zusammenhalt der Zellen eingehend erörtert haben, wollen wir noch kurz zweier weiterer Prozesse gedenken, zu denen Ca unentbehrlich ist.

Zunächst ist hier als selbstverständlich zu bezeichnen, daß die Ca-Zufuhr von außen zum Skeletaufbau notwendig ist, da das Pluteusgerüst ja zum allergrößten Teil aus kohlensaurem Kalke besteht.

Die hohe Bedeutung des Calciums für die Muskelkontraktion wurde von *Ringer*[2]) entdeckt und ist darauf von einer Reihe anderer Forscher anerkannt worden. Ich lernte sie vor Jahren durch Versuche an Tubularia, kleinen Medusen von Obelia, Amphioxus und Ascidien kennen. Was mich dabei besonders überraschte, war die Geschwindigkeit, mit welcher das Fehlen des Calciums die Bewegungslosigkeit und die Zufuhr von Calcium die Wiederkehr der Bewegung herbeiführt. Aus den Protokollen, welche ich meiner ausführlichen Arbeit beizugeben gedenke, wird dieses in sehr deutlicher Weise zu ersehen sein.

In meiner Arbeit „über das Auseinandergehen“[3]) etc. habe ich bereits darauf aufmerksam gemacht, daß im Gegensatz zur Kontraktilität die Wimperbewegung im Ca-freien Medium erhalten bleibt, so

[1]) Neuerdings hat *Loeb* an Funduluseiern gezeigt, daß die „giftige“ Wirkung einer $\frac{5}{8}$ n NaCl-Lösung durch eine kleine Quantität irgend eines der folgenden Kationen aufgehoben wird: durch Ca, Mg, Sr, Ba, Fe, Co, Zn und Pb. Es ist hierbei zu beachten, daß die betreffenden Stoffe an den Teleostierkeimen eine reine Oberflächenwirkung entfalten, welche nach meinen p. 378 gegebenen Auseinandersetzungen in der reinen Na Cl-Lösung zur Trennung der Zellen führt. *Loeb*'s Aufgabe wäre es nun, festzustellen, ob die betreffenden Stoffe nicht nur die trennende Wirkung des Kochsalzes aufheben, sondern auch die zusammenfügende des Calcium ersetzen können. Daß sie die „giftige“, d. h. nach uns die zelltrennende Wirkung von NaCl bei den Seeigelkeimen nicht aufheben können, hat *Loeb* durch eigene Versuche erfahren. Den Grund für das verschiedene Verhalten von Fundulus- und Seeigelkeimen hat *Loeb* in der verschiedenen Durchlässigkeit derselben für Salze auch richtig gealnt, aber meiner Ansicht nach bei seinen Arbeiten nie genügend gewürdigt. Vergl. *Pflüger*'s Archiv Bd. 88, 1901, p. 68 und Americ. Journ. of Phys. Bd. 6, 1902, p. 411.

[2]) Journ. of phys. Bd. 4, 1883 p. 29, 222 u. 370.

[3]) Arch. Entw.-Mech. Bd. 9, 1900, p. 436.

daß also ein tiefgreifender Unterschied im Wesen dieser beiden Prozesse besteht. Sehr deutlich tritt dieses auch durch eine neuere Arbeit von *Ralph Lillie*[1]) hervor, dessen Resultate mit meinen Erfahrungen im Wesentlichen übereinstimmen. Auch *Loeb* hat einige Male seine Zweifel an der Vorstellung ausgesprochen, „daß Muskelkontraktionen, Flimmerbewegungen und Zellteilungsvorgänge Prozesse derselben Art seien"[2]).

Betonen will ich endlich noch, daß die karyokinetische Teilung der Zellen im Ca-freien Medium, welches die Muskelkontraktion aufhebt, ungestört fortgeht, so daß also auch diese Thatsache gegen die, freilich schon aus anderen Gründen unwahrscheinliche[3]) Ansicht angeführt werden kann, welche in den Spindelfasern kontraktile, den Muskelfasern vergleichbare Elemente sieht.

II. Stoffe, deren Anwesenheit im umgebenden Medium erst auf späteren Stadien notwendig ist.

1. Die Rolle der Sulfate.

Hier können wir wirklich mit mehr als Wahrscheinlichkeit von der Unentbehrlichkeit des freien Ions reden, wie wir im Anfange erwähnt haben.

Das SO_4-Ion also spielt in folgenden Fällen eine Rolle:

Zunächst ist hier der

Größenzunahme der Larven

zu gedenken, welche in deutlicher Weise nur bei den Larven von Asterias glacialis hervortritt, die in Seewasser ohne SO_4 nicht nur kleiner als gleichweit entwickelte Gastrulae aus gewöhnlichem Seewasser sind, sondern auch häufig durch die Faltigkeit ihrer Wandung auffallen. Diese bringt es mit sich, daß die Larven zusammen gefallenen Blasen gleichen. Sie entstehen aus Larven mit straffer Wandung[4]), indem das Ektoderm zwar durch Teilung der Zellen an

[1]) American Journ. of physiol. Bd. 5. 1901, p. 56.

[2]) *Pflüger's* Arch. Bd. 88, 1901, p. 69.

[3]) Vgl. z. B. *Loeb*, Americ. Journ. of Physiol. Bd. 3, 1900, p. 391.

[4]) Diese erst sekundär faltig werdenden Larven sind nicht mit solchen zu verwechseln, welche von Anfang an faltig sind. Letztere entstehen unter abnormen Bedingungen während der Blastulabildung aus solchen Furchungsstadien, deren Zellverband etwas aufgelockert war und keine normale Kugeloberfläche bildete.

Fläche zunimmt, aber der osmotische Druck im Blastocöl zu seiner Straffspannung nicht ausreicht. Auf welche Weise SO_4 den osmotischen Druck in Blastocöl beeinflußt, darüber läßt sich freilich etwas bestimmtes zur Zeit nicht aussagen.

Von großer Wichtigkeit ist SO_4 für

die Ausgestaltung des Darmes,

wie besonders deutlich an den Larven von Sphaerechinus im SO_4-freien Medium zu erkennen ist. Dieselben erhalten nämlich meist nur ein Rudiment des Urdarmes[1], daß sich nicht weiter entwickelt, obwohl die Larven längere Zeit am Leben bleiben können. Wenn einmal der Urdarm länger wird, wie man besonders in Echinus-Zuchten ohne SO_4 beobachten kann, dann bleibt immer die Gliederung in die drei Darmabschnitte aus.

Man könnte nach diesen Befunden meinen, daß SO_4 erst auf den späteren Stadien der Darmbildung unentbehrlich sei. Dies ist aber nicht richtig, denn erstens wird in SO_4-freiem Wasser die Darmbildung von Anfang an verzögert und macht sich zweitens eine schädigende Nachwirkung geltend, wenn ausgeschlüpfte Blastulae noch ohne oder mit ganz geringfügigem Urdarmsatz aus SO_4-freiem in SO_4-haltiges Seewasser übergeführt werden.

Außerordentlich deutlich ist sodann die Beteiligung des SO_4-Ions bei der

Pigmentbildung,

welche im SO_4-freien Medium bei den Sphaerechinus- und Echinus-Larven absolut unterdrückt ist. Werden die Larven in gewöhnliches Seewasser zurückgebracht, so kann die Pigmentbildung nachgeholt werden, doch geht dies um so schwieriger, je länger die Larven sich in der SO_4-freien Mischung aufgehalten haben.

Auch bei der

Skeletbildung

spielt SO_4 eine Rolle, was sich erstens in einer Verzögerung der Kalkabscheidung im SO_4-freien Medium und zweitens in Anomalien äußert, die bei ungenügender Sulfatmenge am Skelette zu bemerken sind. Zu diesen Anomalien, welche die Beteiligung von SO_4 an der Gerüstbil-

[1]) Es kommt sehr häufig vor, daß der rudimentäre Urdarm nach außen vortritt. Ich schiebe dieses auf eine Schädigung jener Mesenchymzellen, welche normalerweise das freie Ende des Urdarmes an der Blastulawand befestigen. Dann wird der Urdarm durch den Druck im Blastocöl durch den After herausgestülpt werden.

dung beweisen sollen, darf man freilich nicht jene rechnen, welche durch abnorme Lage der Kalkbildner veranlaßt werden.

Ich habe das Kalkspatgerüst der Plutei auf SO_4 untersucht und seine Anwesenheit mittels $BaCl_2$ nachweisen können. Ebenso wie nach *v. Ebner*[1]) die Nadeln der Kalkschwämme bestehen also auch die Skeletnadeln der Seeigellarven nicht aus reinem Kalkspat, sondern enthalten Beimengungen von Sulfaten.

Da wir nun letztere als notwendig für eine normale Skeletbildung erkannt haben, so dürften dieselben keine zufällig mitgerissenen Verunreinigungen, sondern notwendige Bestandteile des Skelets sein, ohne welche den Skeletbildnern die normale Ausmodellierung der Kalkspatnadeln nicht möglich ist.

Sehr auffallend ist

die Beeinflussung der Architektonik der Larvenform

durch die Sulfate des Meerwassers. Es wird nämlich durch das Fehlen von SO_4 die Bilateralität der Larven in auffallender Weise gestört.

Dies äußert sich zunächst in einer abnormen Lagerung der Kalkbildner, welche sonst bilateral rechts und links vom Urdarm am vegetativen Pole in einiger Entfernung vom After in Form zweier Dreistrahler angeordnet sind, im SO_4-freien Medium aber eine ganz unregelmäßige Lagerung einnehmen. Sie sind mehr oder weniger nahe an ihrem Entstehungsort liegen geblieben, so daß sie den Urdarm dicht umlagern, anstatt daß sie entfernt von ihm dem Ektoderm angeschmiegt sind.

Noch auffallender wird die Störung der normalen bilateralen Anordnung der Skeletbildner, wenn die Keime aus dem SO_4-freien in SO_4-haltiges Wasser zurückgebracht werden. Dann wandern nämlich die Kalkbildungszellen vom Urdarm fort und ordnen sich — im optischen Querschnitt gesehen — an der Peripherie unter dem Ektoderm in Form von mehr als zwei Dreistrahlern an. Ich habe häufig deren fünf, mitunter aber auch weniger oder mehr, bis zu sieben Stück, gezählt.

An solchen Larven macht sich die Störung der Bilateralität auch noch in anderen Eigentümlichkeiten bemerkbar, nämlich in der Richtung des Darmverlaufes. Während bekanntlich letzterer normalerweise eine Knickung macht, indem sich das freie Ende des Urdarmes der künftigen Mundseite zubiegt, erstreckt er sich bei

[1]) Wiener Sitzungsber. Bd. 95, Abt. I, 1887.

diesen mehrstrahligen Larven in gerader Richtung durch das Blastocöl. Bildet sich bei den eigentlichen Larven dann noch die Mundeinsenkung, so liegen auch Mund und After einander ungefähr gegenüber. Absolut genau können sie sich deshalb nicht vis-à-vis liegen, weil dem After unmittelbar gegenüber der Wimperschopf liegt, die Mundeinsenkung also nur neben diesem entstehen kann.

Endlich fällt die Störung der Bilateralität an der Lage des Wimperringes auf, wie auch ohne nachträgliches Zurückbringen der Larven in gewöhnliches Seewasser, wenigstens bei Echinus, schon im SO_4-freien Medium zu sehen ist. Während nämlich der Durchmesser des Wimperkranzes normalerweise ungefähr parallel zur Gastrulalängsachse laufen würde, ist er im SO_4-freien Seewasser bei den Echinus-Larven um ca. 90° verlagert, so daß er das Analfeld am vegetativen Pole kranzförmig umsäumt.

Fassen wir nach dieser Zerstückelung die Larven mit mehreren Dreistrahlern, mit gerade durch das Blastocöl verlaufendem Darm und mit verlagertem, das Analfeld umsäumenden Wimperring als ganzes ins Auge, so erscheinen sie uns im Gegensatz zu den streng bilateralen normalen Larven als mehr oder weniger ausgesprochen radiär gebaut. Eine Architektonik, welche erst auf späteren Stadien auftreten sollte, ist also durch das Fehlen von SO_4 im umgebenden Medium schon früher in Erscheinung gerufen worden. Die Sulfate des Meerwassers verhindern also das vorzeitige Auftreten des radiären Baues, sie erhalten dem Keime eine zeitlang seine anfängliche bilaterale Struktur.

Letztere befindet sich übrigens in einem sehr labilem Zustand, was sich daran zu erkennen giebt, daß sie durch mannigfache Faktoren zum Umklappen in den radiären Bau veranlaßt werden kann. Ganz ähnliche Larven wie jetzt mit SO_4-freiem Wasser habe ich nämlich vor Jahren mittels einer vorübergehenden Lithiumeinwirkung erzielt[1]), ja ich habe im August 1900, am Ende der Laichzeit von Echinus miliaris auf Helgoland sogar in gewöhnlichem Seewasser ohne besonderes Agenz solche mehr radiär gebaute Larven mit mehreren Dreistrahlern, mit gerade durch das Blastocöl verlaufendem Darm und mit verlagertem Wimperring beobachtet. Auch in Kulturen von Strongylocentrotus lividus habe ich solche gelegentlich bemerkt.

Ebenso wie ein vorübergehendes Fehlen der SO_4-Ionen vermag also auch Lithium oder das lange Verweilen der Eier im Ovarium

[1]) Arch. Entw.-Mech. Bd. 2, 1896, p. 466 ff.

die bilaterale Architektonik zu verwischen, was offenbar mit einer physikalischen Zustandsänderung des Plasmas der Keime verbunden ist.

Das SO_4-Ion wirkt also nur hemmend auf eine Veränderung der Architektonik, die sich auch normalerweise im SO_4-haltigen Medium nach einer gewissen Zeit vollzieht, und trägt so zur Erhaltung des bilateralen Baues während der ersten Entwickelungsperiode bei.

In anderer Weise hemmend, nicht positiv schaffend wirkt SO_4 bei der

Wimperschopfbildung von Echinus.

Die Blastulae und Gastrulae der Seeigellarven besitzen bekanntlich am animalen Pole einen Schopf langer, starrer Haare, welche beim Schwimmen nach vorn gerichtet sind. Im SO_4-freien Medium nimmt dieser Schopf bei den Echinus-Larven an Mächtigkeit zu, er hypertrophiert. Wichtig ist nun, daß diese Hypertrophie noch gesteigert werden kann, wenn man in dem Wasser ohne SO_4 den Ca-Gehalt erhöht. Diese Steigerung kann so weit gehen, daß der Wimperschopf sich über die Hälfte, ja noch über einen größeren Teil der Larvenoberfläche ausdehnen kann. Hand in Hand mit der Vergrößerung des Wimpferschopfes geht dann immer eine Reduktion des Darmes, was leicht verständlich ist, weil den Keimen ja von Haus aus nur ein gewisses Quantum Bildungsmaterial zur Verfügung steht, bei dessen abnormer Verteilung notgedrungen ein Prozeß zu gunsten des anderen, der mehr Material braucht, zu kurz kommen muß.

Es wird dem kundigen Leser wohl selbst auffallen, daß die im vorigen beschriebenen Larven mit hypertrophischem Wimperschopf auffallend den langwimperigen Keimen gleichen, wie sie *R. Zoja*[1]) und *Driesch*[2]) aus animalen Zellen des geteilten Seeigeleies gezogen haben. Ich werde in meiner ausführlichen Arbeit diese Übereinstimmung durch eine einheitliche Betrachtungsweise verständlich zu machen versuchen.

Da die Hypertrophie des Wimperschopfes mit steigendem Ca-Gehalt steigt, so ist das Calcium als aktiver, positiv schaffender Stoff zu bezeichnen. Das SO_4-Ion hat also nur die Aufgabe, diese Wirkung des Calciums auf das richtige Maß zu beschränken.

Es verlohnt sich darauf hinzuweisen, daß die Vergrößerung des Wimperschopfes in SO_4-freiem Seewasser mit erhöhtem Ca-Gehalt ein

[1]) Arch. Entw.-Mech. Bd. 1 u. 2, 1895 u. 1896.
[2]) Ibidem Bd. 10, 1900, p. 373.

Pendant zu der Wirkung des Lithiums bildet, welches den Echinidenkeim am entgegengesetzten Pole wie das Calcium angreift und zu einer Vergrößerung[1]) der Urdarmbildungszone führt.

Dieses wären die wesentlichsten Prozesse, bei denen SO_4 eine Rolle spielt. Wie es diese freilich spielt, läßt sich zur Zeit nicht sagen; vermuten läßt sich nur, daß dies auf sehr verschiedene Weise geschehen dürfte. Um nur eine Möglichkeit zu erwähnen, so könnte man an eine Beteiligung von SO_4 am Aufbau schwefelhaltiger Eiweißkörper denken. Ich habe infolgedessen schon vor Jahren und auch im Winter 1901/02 wieder Versuche in dieser Richtung angestellt, bin aber zu keinem Resultate gelangt, da die Bakterienentwickelung zu rasch in den Nährlösungen erfolgte, und die Kulturen infolgedessen abstarben.

2. Die Rolle der Karbonate.

Ich habe bereits oben im Abschnitte über die Rolle des Hydroxyls darauf hingewiesen, daß man die Wirkung der Karbonate und der Hydroxyde sehr schwer auseinander halten kann, sodaß deshalb vielleicht ein Teil der Rolle von letzteren nach weiteren Untersuchungen auf erstere übertragen werden dürfte. Vorerst steht nur mit Sicherheit fest, daß die Karbonate beim Aufbau des Skelets notwendig sind.

Die Seeigellarven bekommen also ein Kalkspatskelet, indem sie direkt aus dem Meerwasser Calciumkarbonat aufnehmen. Ich hatte eigentlich die Absicht im Anschluß an diese Thatsache eine ablehnende Kritik der *Steinmann*'schen Ansicht über die Abscheidung der Calciumkarbonatskelete zu geben, da aber dieses mittlerweile von *Biedermann*[2]) ausführlich geschehen ist, so verweise ich auf seine Kritik, der ich vollkommen beistimme.

[1]) Angesichts der Angabe *Boveri*'s, daß bei Strongylocentrotus ungefähr die Hälfte des ganzen Eies das Material für das Mesenchym und die Urdarmbildung liefert, könnte vielleicht mancher, der die Lithiumentwickelung nicht genau genug kennt und namentlich auch mit dem Ineinandergreifen von normaler Gastrulation und Lithiumentwickelung nicht vertraut ist, die Meinung hegen, daß bei meinen Versuchen von einer Vergrößerung der Urdarmbildungszone nicht die Rede, sondern das Material einfach außen liegen geblieben sei. Ich betone deshalb ausdrücklich, daß ich meine alte Auffassung der Sachlage nach reiflichem Überdenken doch im wesentlichen nach wie vor für richtig halte.

[2]) Ien. Zeitschr. f. Naturw., Bd. 36, 1901, p. 3 ff.

3. Die Rolle des Magnesiums.

Es ist interessant, daß zum

Zusammenhalt der Zellen von Asterias-Keimen

Ca allein nicht genügt, sondern daß hierzu im Gegensatz zu den Seeigellarven auch noch Magnesium notwendig ist. Die Verhältnisse liegen also bei Asterias komplizierter als bei den Echiniden, denn es entstehen in Mg-freien Seesternkulturen mit Ca aus den Furchungszellenhaufen entweder überhaupt keine geschlossenen Keime oder es geschieht der Zusammenschluß in ungenügender Weise, sodaß die äußere Form zusammengefallen ist, und Zellen aus der Wand austreten, die einzeln oder zu größeren Gruppen vereint im Gefäße umherwimpern können. Diese in Zellen zerfallenden Larven können mehrere Tage am Leben bleiben. Bipinnarien, welche in Mg-freies Wasser gebracht werden, sind nach ca. 24 Stunden darin bedeutend kleiner geworden und in Auflösung in Zellen begriffen. Nach 48 Stunden sind die Larven derartig zerfallen, daß nur noch formlose, lockere Zellenhaufen vorhanden sind, welche z. T. noch wimpern.

Bei den Seeigeln spielt Mg bei der

Darmbildung

eine hervorragende Rolle, was besonders deutlich in Sphaerechinus-Zuchten hervortritt. Bei diesem Seeigel erreicht nämlich im Mg-freien Medium der Urdarm nicht einmal immer die vollständige Länge, sondern bleibt häufig rudimentär, wobei er außerdem noch nach außen vortreten kann. Bei Echinus wird der Darm zwar länger; er kann eine schwach ausgeprägte Gliederung, ja z. T. sogar eine enge Mundöffnung erhalten, aber trotzdem ist er auch bei diesem Seeigel im Mg-freien Medium noch weit von der Norm entfernt. Er ist dünn, schlaff und nicht so schön aufgebläht und blasig gegliedert wie in der Kontrolle mit Mg.

Auch

die Skeletbildung

wird von Mg beeinflußt, was durch die rudimentäre Ausbildung der Skeletnadeln und ihre Neigung zu Anomalien im Mg-freien Medium bewiesen wird. Letztere tritt auch hervor, wenn im umgebenden Medium etwas, aber noch nicht genug Mg vorhanden ist. Bei Echinus wird das Skelet in Wasser ohne Mg weiter ausgebildet als bei Sphaerechinus, doch fällt trotzdem auch bei ihm infolge der auftretenden Anomalien die Unentbehrlichkeit von Mg zur Gerüstbildung auf.

Die Kalkbildner können also nur dann ein normales Kalkspatskelet bilden, wenn ihnen zugleich auch Magnesium zur Verfügung steht. Oben sahen wir bereits, daß sie dazu auch SO_4 bedürfen.

Endlich spielt Mg eine wichtige Rolle bei der

Wimperbewegung,

wie sowohl an Larven von Sphaerechinus wie an solchen von Echinus ersichtlich ist. Die Larven bewegen sich im Mg-freien Medium entweder überhaupt nicht oder drehen sich nur ganz schwach. Es kann eventuell vorkommen, daß die eben ausgeschlüpften Blastulae teilweise etwas lebhafter wimpern, aber auch dann wird die Bewegung bald eingestellt.

Eine wirkliche Ausnahme von der Regel machen trübe, abnorme Larven. Diese können in den Mg-freien Zuchten, in denen sonst alle Larven still liegen, munter wimpern. Werden Larven, die in gewöhnlichem Seewasser groß geworden sind, in Mg-freies übertragen, so stellen sie ihre Wimperbewegung ein.

Zwischen Wimperbewegung und Kontraktilität von Muskulatur besteht ein tiefgreifender Unterschied, insofern zu letzterer Mg nicht notwendig ist, wie sowohl am Vorderdarm von Echinus, der bisweilen im Mg-freien Medium kontraktil werden konnte, wie an kleinen Obelien festgestellt wurde.

Meine Erfahrungen betreffs der Abhängigkeit der Wimperbewegung der Seeigellarven stimmen auch gut mit den Befunden von *Ralph Lillie* [1], der einen günstigen Einfluß von $MgCl_2$ auf die Wimperbewegung von Arenicola-Larven konstatierte. Zu verallgemeinern sind aber trotzdem unsere Resultate nicht, da ich selbst die Larven von Asterias glacialis im Mg-freien Medium wimpern sah, obwohl sie sich darin in Zellen auflösen. Wir sagten „obwohl"; vielleicht ist es aber richtiger „weil" zu sagen. Ich fand nämlich, daß von den Seeigellarven nur die gesunden nicht wimpern, daß dagegen die von Anfang an trüben und abnormen Keime derselben auch in dem Mg-freien Wasser mit ihren Wimpern munter schlagen. Ein krankhafter Zustand ermöglicht also den Seeigellarven auch im Mg-freien Medium zu wimpern, und es ist nicht ausgeschlossen, daß derselbe Zustand, dessen Natur freilich noch dunkel ist, bei den Seesternlarven durch das Lösen des Zellverbandes infolge des Mg-Mangel herbeigeführt wird. Es wäre dann in Bezug auf den Einfluß des Mg-Mangels auf die Wimperbewegung zwischen Seeigel- und Seesternlarven überhaupt kein Unterschied vorhanden.

[1]) l. c. p. 85.

III. Prozesse, welche von allen notwendigen Stoffen beeinflufst werden.

1. Die Beeinflussung der Entwickelungsgeschwindigkeit.

Ich habe bei Besprechung der Rollen in den ersten beiden Kapiteln gewöhnlich jene Vorgänge weggelassen, auf welche alle notwendigen anorganischen Stoffe einen Einfluß ausüben.

So habe ich vor allen Dingen nie davon gesprochen, daß die Geschwindigkeit der Entwickelung bei einem jeden Stoff mit Zunahme seiner Konzentration bis zu einer gewissen Grenze, dem Optimum, steigt. Es ist dieses Resultat nicht besonders auffallend, da jeder Faktor, der zur Entwickelung unbedingt notwendig ist, wie z. B. eine bestimmte Temperatur, mit zunehmender Intensität die Entwickelung bis zu einer oberen Grenze, die nicht überschritten werden darf, beschleunigt.

Gewöhnlich ist das Optimum in gewöhnlichem Seewasser weder nach oben noch nach unten überschritten. Es giebt aber auch Ausnahmen von der Regel. Eine solche hat bekanntlich *J. Loeb*[1]) aufgefunden, indem er die Möglichkeit der Beschleunigung der Arbacia-Entwickelung durch NaOH-Zusatz zu gewöhnlichem Meerwasser experimentell demonstrierte. Das Optimum der OH-Konzentration ist also für diesen Seeigel im Meerwasser noch nicht erreicht, während dieses nach meinen Untersuchungen bei Sphaerechinus granularis und Echinus microtuberculatus der Fall ist.

2. Die Gröfsenzunahme der Larven.

Auch an der Größenzunahme der Larven scheinen alle notwendigen Stoffe einen mehr oder weniger bedeutenden Anteil zu haben. Vereinzelt habe ich in den vorhergehenden Abschnitten bereits auf die Beeinflussung der Larvengröße durch den in dem betreffenden Abschnitt gerade behandelten notwendigen Stoff hingewiesen. Die einzigen Stoffe, von denen ich keine Erfahrung habe, ob sie die Größenzunahme beeinflussen, sind Na und Cl. Dieses kommt aber einfach daher, weil ich wegen der Schwierigkeit, eine vollkommen einwandsfreie Versuchsanordnung zu finden, nur die Notwendigkeit der beiden Elemente beweisen, mich aber nicht in einwandsfreier Weise auf den quantitativen Ausbau ihres Einflusses einlassen konnte.

Soweit meine jetzigen Erfahrungen reichen, dürften die Gründe, weswegen eine Größenzunahme durch die verschiedenen notwendigen

[1]) Arch. f. Entw.-Mech. Bd. 7, 1898, p. 631.

Stoffe zu stande kommt, sehr verschieden sein. Ich glaube, daß man hierbei folgende drei Arten der Beeinflussung wird unterscheiden können, wenn es auch z. Z. unmöglich ist, die einzelnen Stoffe mit Sicherheit in diese drei Kategorien zu verteilen.

Erstens können sich die Stoffe direkt am osmotischen Druck in der primären Leibeshöhle und in den Zellen selbst beteiligen. Ich glaube, daß man nicht wird umhin können, hierbei eine verschiedene Durchlässigkeit der Epithelien in verschiedener Richtung anzunehmen, und zwar speziell eine verschiedene Durchlässigkeit in dem Sinne, daß die Salze zwar leicht von außen nach innen, aber schwer von innen nach außen gelangen können.

Zweitens wäre eine Veränderung der Durchlässigkeit der Epithelien durch die einwirkenden Stoffe möglich, sodaß bei ihrer Einwirkung osmotisch wirkende Substanzen im Innern verbleiben, die sonst nach außen gelangen können.

Drittens ist endlich eine ganz indirekte Beeinflussung der Größe durch das Skelet möglich. Wachsende Krystalle üben bekanntlich auf ihre Umgebung einen Druck aus, so daß Hindernisse, die ihnen entgegen stehen, bei Seite geschoben werden können. Die Kalkstäbe des Pluteusgerüstes sind nun auch wachsende Krystalle. Sie müssen also auch einen Druck auf die Körperwand ausüben, wenn sie an diese anstoßen. Dadurch werden sie entweder passiv durch Dehnung oder als formativer Reiz durch Auslösung von Zellbildung die Larvenoberfläche vergrößern.

Wir sahen oben, daß SO_4 und Mg einen Einfluß auf die Skeletbildung haben. Diese Stoffe dürften also auf die angegebene indirekte Weise die Größenzunahme der Plutei beeinflussen.

Dieses wären die Hauptresultate, zu denen ich bis jetzt beim Studium der Rolle der notwendigen anorganischen Stoffe gelangt bin, und die sich hoffentlich bis zu dem Erscheinen meiner ausführlichen Arbeit noch vermehren werden. Ich glaube aber, daß sie auch ohne die erhoffte, künftige Vermehrung schon jetzt meine Methode als vollkommen berechtigt erscheinen lassen werden, denn wir hatten uns die Aufgabe gestellt, die notwendigen äußeren Bedingungen der Organbildung, so weit sie in der Zufuhr anorganischer Stoffe bestehen, ausfindig zu machen, und ich glaube, daß uns dieses wenigstens zu einem kleinen Teile gelungen ist.

Heidelberg, den 27. Juli 1902.

(Sonderabzüge, ausgegeben den 28. Oktober 1902.)

Über Zellverbindungen.

Vorläufiger Bericht.

I.

Von Prof. **A. Schuberg**, Heidelberg.

In den Jahren 1891 und 1893 habe ich über einige Beobachtungen berichtet[1]), welche die Verbindungen zwischen Zellen verschiedenartiger Gewebe zum Gegenstand hatten. Ich habe diese Frage inzwischen weiter verfolgt und mit neuen Hilfsmitteln geprüft. Es erwies sich dabei als notwendig, zur Erzielung sicherer Ergebnisse die Untersuchung nicht nur auf die in Betracht kommenden Zellen zu beschränken, sondern auf fast alle Gewebselemente der betreffenden Objekte auszudehnen. Denn ein genaueres Studium der Litteratur ergab, daß in der Frage des Aneinanderstoßens verschiedenartiger Gewebe von verschiedenen Autoren gar mancherlei Irrtümer begangen worden waren, und daß, falls ich mich nicht dem Vorwurfe ähnlicher Verwechslungen, wie sie schon mehrfach vorkamen, aussetzen wollte, ich mich bemühen mußte, durch eine möglichst allseitige Untersuchung derartige Verwechslungen von vornherein auszuschließen.

Der erste Teil meiner Untersuchungen, welcher die Verbindungen von Epithel- und Bindegewebszellen, sowie der Bindegewebszellen untereinander in der Haut des Axolotls behandelt, ist nunmehr abgeschlossen. Da jedoch bis zu dessen Erscheinen[2]) noch einige Zeit verstreichen dürfte, möchte ich mir erlauben, diesen vorläufigen Bericht vorzulegen.

[1]) Verhandl. Deutsch. Zool. Gesellschaft 1891; Sitzber. d. Würzburger Phys.-med. Gesellsch. 1891 und 1893.

[2]) Die Arbeit erscheint, mit sieben Tafeln, in der Zeitschrift f. wissensch. Zoologie unter dem Titel: „Untersuchungen über Zellverbindungen."

1. Bau und Entwickelung des Coriums im Allgemeinen. Um den Bau des Coriums des Axolotls richtig zu verstehen, ist es notwendig, auf jüngere Stadien zurückzugreifen.

Bei Tieren bis zu ca. 50 mm Länge besteht es aus einer einheitlichen Lage, die gegen die Kante der Flossensäume zu an Dicke allmählich abnimmt. Mit der Ausbildung der großen Hautdrüsen beginnt indessen eine Differenzierung in drei Lagen, die ich als innere, mittlere und äußere Corium-Lage bezeichne. Bei mittelgroßen und erwachsenen Axolotln ist diese Sonderung des Coriums am Rumpfe deutlich vollzogen.

Die innere Lage (= die „derben wagrechten Lagen" nach *Leydig*) besitzt bei Tieren von z. B. 137 und 220 mm Länge eine Dicke von ca. 85—90 μ, die mittlere Lage (= „äußere Grenzschicht" *Leydig*[1]) dagegen mißt bei dem kleineren Tiere 330—650 μ, bei dem größeren 570—890 μ, die äußere schließlich 3 und 4—5 μ. Es ist also bei dem weiteren Wachstum des Axolotls, soweit er den larvalen Charakter noch bewahrt, im Wesentlichen die mittlere, die großen Hautdrüsen umschliessende Lage, auf deren Wachstum die Dickenzunahme des Coriums beruht. Die ziemlich erheblichen Schwankungen in der Dicke der mittleren Coriumlage an einem und demselben Individuum beruhen z. T. auf den queren Furchen, die den Rumpf des Axolotls in eine Anzahl hintereinander gereihter querer Wülste teilen, teils auf buckelförmig nach innen vorspringenden Epidermisverdickungen an den Stellen, wo die Drüsen sich in das Corium einsenken.

Die äußere Coriumlage ist beim Axolotl von *Paulicki* richtig erkannt worden, bei anderen Amphibienlarven wurde sie in der Regel übersehen oder als „Basalmembran" beschrieben. Ich selbst habe sie in meinen früheren Mitteilungen ebenfalls unter letzterem Namen angeführt. Daß es sich in Wirklichkeit nur um eine äußere Lage des Coriums handelt, geht nicht nur daraus hervor, daß sie bei anderen Amphibien, z. B. *Proteus* und *Ichthyophis*, eine größere Dicke und dann den gleichen Bau wie die Innenlage besitzt, sondern auch daraus, daß sich an den Flossensäumen die innere und äußere Coriumlage unter allmählicher Verdrängung der mittleren Lage zu einem einheitlichen Corium vereinigen, von der gleichen Art, wie es bei den jüngeren Tieren sich vorfindet. Die Entwickelung des Coriums zeigt, daß sich die mittlere, locker

[1]) Die „innere Grenzschicht" (*Leydig*) bezeichne ich als „Unterhautbindegewebe."

gebaute Lage mit der Entwickelung der großen Drüsen in das ursprünglich einheitliche Corium einschiebt. Vom Rumpfe und der Basis der Flossensäume beginnend bis zu deren Kante besitzt das Corium auch der größeren Tiere nebeneinander die aufeinanderfolgenden Stadien, welche das Corium in der Entwickelung durchläuft. Schon *C. Rabl* und *Maurer* haben richtig angegeben, daß gleichzeitig mit der Ausbildung der Drüsen die Hauptmasse des eigentlichen Coriums von der Epidermis „abgedrängt" wird; doch haben sie die äußere Coriumlage übersehen. Die Vereinigung der äußeren und mittleren Coriumlage zu einer einheitlichen Schicht ist an dem Flossensaume des Rumpfes eine ziemlich plötzliche, am Schwanze jedoch erfolgt sie, entsprechend der starken seitlichen Abflachung des Schwanzes und seiner Flossensäume, sehr allmählich.

2. Bindegewebsbündel. — Die Bindegewebsbündel der inneren Coriumlage sind in zur Hautoberfläche parallele Schichten angeordnet, in deren jeder die „Fibrillen" im allgemeinen in der gleichen Richtung verlaufen; die Richtungen aufeinanderfolgender Schichten kreuzen einander jedoch unter etwa rechtem Winkel. Es ist also die ältere *Rathke*'sche Ansicht über den Bau des Amphibiencoriums die richtige, nicht diejenige *C. Rabl*'s, wonach die Schichten Lamellen entsprächen, „die selbst wieder aus, unter ungefähr rechten Winkeln sich durchkreuzenden feinsten Fibrillen zusammengesetzt sind". Die „Bindegewebsbündel" sind in Wirklichkeit nicht einzelne, frei endigende Elemente; sondern stets vereinigen sich die zerteilten Enden verschiedener „Bündel", um wieder neuen solchen den Ursprung zu geben, sodaß sie also in Wirklichkeit ein kompliziertes Maschenwerk darstellen. Die übereinander gelagerten Schichten können in ähnlicher Weise durch spitzwinkelig abtretende Fibrillen miteinander verbunden sein. Bei jüngeren Tieren sind die Bündel dünner als bei älteren; daraus geht hervor, daß beim Wachstum des Coriums nicht nur einfach eine Anlagerung neuer Bündel erfolgt, sondern daß die Bündel selbst an Dicke zunehmen. Außer den bisher erwähnten, im allgemeinen parallel zur Hautoberfläche verlaufenden „Bündeln", welche die Hauptmasse der inneren Coriumlage darstellen, sind in ihr noch senkrecht aufsteigende Bündel vorhanden. Diese biegen in das Corium entweder rechtwinkelig aus dem Unterhautbindegewebe ein oder steigen senkreckt aus letzterem auf. Die Innenlage durchsetzen sie entweder in gleichmäßiger Dicke, um erst in der mittleren Coriumlage sich zu verzweigen, oder sie geben schon innerhalb der ersteren seitliche Stränge ab, welche ziemlich scharf umbiegen und

sich mit den parallel zur Hautoberfläche ziehenden Bündeln vereinigen. Von *Herrick* und *Coghill* sind diese aufsteigenden Bündel zum Teil für Nervenfasern gehalten worden. Mit den „senkrecht aufsteigenden Zügen", wie sie *Ascherson*, *Leydig* u. a. aus der Haut vom Frosch etc. beschrieben, sind sie nicht identisch. Diese sind größere Stränge „weichen lockeren Gewebes", das seinem Bau nach dem der mittleren Coriumlage gleicht und namentlich auch die aufsteigenden Nerven und Blutgefäße begleitet. Beim Axolotl treten Nerven und Blutgefäße durch die innere Coriumlage hindurch, ohne deren Anordnung irgendwie zu verändern.

In der mittleren Coriumlage, welche in die innere allmählich übergeht, ist die Anordnung der Bindegewebsbündel unregelmäßiger, doch sind besonders viele gegen die äußere Lage zu gerichtet, der sie unter welligem Verlaufe und vielfach auseinanderstrahlend zustreben. Diese aufsteigenden Bündel lassen sich in der Regel in die die Innenlage durchsetzenden aufsteigenden Bündel hinein verfolgen. Die innere Partie der mittleren Lage, in welcher sich die Bündel oft noch ziemlich dicht durcheinanderflechten, ist eben hierdurch von der lockeren äußeren Partie meist ziemlich deutlich verschieden, wenngleich natürlich eine scharfe Abgrenzung nicht möglich ist. In der lockeren Partie ist, ebenso wie in den Flossensäumen, anscheinend eine gallertige Grundsubstanz vorhanden, welche sich mit violetten oder blauen basischen Anilinfarben mitunter metachromatisch rosa färbt, vielleicht infolge der Anwesenheit von Mucin oder eines verwandten Körpers. — Unter den großen Hautdrüsen finden sich in der Regel besondere stärkere Züge von säulenartig aufsteigenden Bindegewebsbündeln, welche ebenfalls aus der inneren Coriumlage entspringen.

Die äußere Coriumlage folgt (auf senkrechten Hautschnitten betrachtet) der Innenseite der Epidermis als ein relativ dünner, ziemlich gleichmäßiger Saum. Sie läßt (von der Fläche gesehen) sehr feine, einander überkreuzende Fasersysteme erkennen, welche den Bau der Innenlage im großen und ganzen wiederholen; doch ist nicht auszuschließen, daß die „Fibrillen" vielleicht doch einen membranartigen Zusammenhang besitzen. Durch ihre rundlichen Durchbrechungen gelangen die aufsteigenden Bündel der mittleren Coriumlage z. T. an die Unterseite des Epithels heran, außerdem aber lassen die Durchbrechungen jedenfalls auch die, die Verbindung mit den Bindegewebszellen vermittelnden basalen Fortsätze von Epidermiszellen hindurchtreten.

Das einheitliche Corium der Flossensäume, das nach deren

Kante zu an Dicke abnimmt, stimmt im wesentlichen mit der inneren Coriumlage des Rumpfes überein; nur daß die Bindegewebsbündel dünner sind und die Schichtung demgemäß feiner erscheint. Gegen die Kante zu werden seine Bauverhältnisse immer zarter, sodaß es hier, namentlich auf Flächenpräparaten, mehr an die Außenlage des Rumpfes erinnert, die ja, wie erwähnt, prinzipiell den gleichen Bau wie die Innenlage besitzt. Die senkrecht in das Corium der Flossensäume aufsteigenden Bindegewebsbündel sind Fortsetzungen oder Zweige der das Gallertgewebe der Säume in querer Richtung durchsetzenden Bündel.

3. Elastische Fasern. — Die elastischen Fasern sind selbst bei erwachsenen Axolotln (220 mm Länge) im Corium noch recht schwach entwickelt. In der Innenlage sind fast ausschließlich nur aufsteigende Fasern vorhanden, welche sie in Begleitung der aufsteigenden Bindegewebsbündel senkrecht und in gestrecktem Verlaufe durchsetzen und sich vielfach in das Unterhautbindegewebe verfolgen lassen, aus dem sie entweder senkrecht aufsteigen oder winkelig umbiegen; nur sehr selten geben sie in die Innenlage selbst vereinzelte, bogig abzweigende Äste ab, welche ungefähr parallel zur Hautoberfläche verlaufen. Beim Übertreten in die mittlere Coriumlage verzweigen sich die aufsteigenden Fasern, um sich teils nach verschiedenen Richtungen hin auszubreiten, teils aber, und zwar vorwiegend, um, ähnlich den Bindegewebsbündeln, der Oberfläche zuzustreben. Jedoch habe ich niemals die ohnehin sehr feinen elastischen Fasern bis zur Außenlage des Coriums, das selbst ganz frei von ihnen ist, verfolgen können. In den säulenartig aufsteigenden Zügen der Bindegewebsbündel unter den Hautdrüsen finden sich ähnlich aufsteigende Stränge von elastischen Fasern. Im Gallertgewebe der Flossensäume sind sie nur durch ziemlich wenige, feine, quer durch die Säume verlaufende Fasern vertreten.

4. Bindegewebszellen. — Die Untersuchung der Bindegewebszellen bildete mit den wichtigsten Punkt meiner Beobachtungen. Es war notwendig, sie bis in ihre feinsten Ausläufer hinein zu verfolgen. Zu diesem Zwecke bediente ich mich zum Teil eigener Methoden, deren Mitteilung in der ausführlichen Arbeit erfolgen wird. Ich habe auf das Studium der Bindegewebszellen (auch soweit sie nicht mit Epidermiszellen in Verbindung stehen) um so größeren Wert gelegt, als die Resultate dieser Untersuchungen, von denen prinzipiell neues ja im allgemeinen nicht zu erwarten war, Anhaltspunkte zur Beurteilung der Brauchbarkeit meiner Methoden abzugeben imstande sind.

Dies war insofern von Wichtigkeit, als die gleichen Methoden zum Nachweis der Verbindungen von Epithel- und Bindegewebszellen verwandt werden.

Der Innenlage des Coriums liegen an der Grenze gegen das Unterhautbindegewebe zweierlei Zellen an, die jedoch durch Übergangsformen verbunden sind: platte, an der Grenze flach ausgebreitete Zellen und solche, welche mit ihrem halbkugeligen oder birnförmigen Körper mehr oder weniger weit in das Unterhautbindegewebe hinein vorspringen; letztere färben sich besonders intensiv, liegen oft gruppenweise zusammen („subcutane Zellen und Zellennester") und gehen nach innen zu keinerlei Verbindungen ein. Beiderlei Zellen entsenden in die Innenlage des Coriums Fortsätze, welche sich mit denen anderer Zellen netzförmig verbinden. Die „subcutanen Zellen" besitzen in der Regel einen senkrecht in die Innenlage aufsteigenden Fortsatz, von welchem meist mehrere, parallel zur Hautoberfläche ziehende Ausläufer abgehen, in der Art, daß der ganze in der Innenlage befindliche Teil der Zelle die Form eines T mit einfachem oder mehreren Querbalken besitzt. Die aufsteigenden Zellfortsätze liegen in der Regel aufsteigenden Bindegewebsbündeln an. Gewisse Beobachtungen machen es wahrscheinlich, daß diese Zellen in die Innenlage des Coriums einwandern; man findet nämlich Übergangsformen zwischen den noch teilweise in das Unterhautbindegewebe hineinragenden und den ganz in der Innenlage des Coriums liegenden Zellen, deren Körper parallel zur Hautoberfläche sich ausbreitet. Die letzteren Zellen bilden flache Platten, deren ausgefranste Ränder in zahlreiche feine Ausläufer sich fortsetzen. In Flächenansicht stimmt das durch diese feinen Ausläufer gebildete Netz- und Maschengewebe in weitgehendem Maße mit dem aus der Cornea der Wirbeltiere bekannten Zellennetze überein, indem die Ausläufer, entsprechend der Anordnung der Bindegewebsbündel, in zwei einander durchkreuzenden geradlinigen Hauptrichtungen angeordnet sind. Die Verbindung der übereinanderliegenden Schichten von Zellen und Zellenausläufern erfolgt teils durch spitzwinkelig, teils aber auch durch rechtwinklig aufsteigende Fädchen, wie aus senkrecht zur Hautoberfläche geführten Schnitten hervorgeht. An allen Verzweigungsstellen der Zellen finden sich stets kleine Protoplasmaansammlungen mit bogigen Begrenzungslinien, was auf die flüssige Natur des Protoplasmas hindeutet.

In der mittleren Coriumlage ist die Gestalt der Bindegewebszellen unregelmäßiger; die Verbindung der feinen Ausläufer ist auch hier nachzuweisen. Um die Drüsen herum bildet das Netz

der Bindegewebszellen (auf Tangentialschnitten der Haut) konzentrisch angeordnete Züge. Auch die säulenartigen Züge der Bindegewebsbündel unter den Drüsen bedingen bestimmte Modifikationen in der Form und Anordnung der Zellen. — Nicht selten werden in Zellen der mittleren Coriumlage kleine Pigmenteinlagerungen angetroffen, welche aus drei, vier, bis etwa zu einem Dutzend kleiner Körnchen bestehen und übrigens auch in Zellen des Unterhautbindegewebes und an anderen Orten gefunden werden.

Unter der äußeren Coriumlage, dieser z. T. dicht anlagernd, bilden die Bindegewebszellen ein Netz, dessen Maschen von breiteren Ausläufern gebildet wird. Wenn die äußere Coriumlage eine gewisse Dicke erreicht hat, wird sie von feinen, aus diesem Netze entspringenden Fädchen durchsetzt, die sich mit dreieckig vorspringenden Fortsätzen der basalen Epidermiszellen kontinuierlich verbinden. Bei jüngeren Tieren mit noch dünnerer Außenlage sind die basalen Epidermiszellen quer abgestutzt und besitzen anscheinend keine Verbindungen mit den Bindegewebszellen.

Besonders deutlich und zahlreich sind solche Verbindungen jedoch in dem einheitlichen Corium der Flossensäume nachzuweisen. Im allgemeinen stimmt die Anordnung der Bindegewebszellen unter und in dem Corium der Flossensäume mit den für die Innenlage des Rumpfes geschilderten Verhältnissen überein. Auch den „subcutanen Zellen“ entsprechende Elemente sind hier vorhanden, deren Einwandern in das Corium durch Auffindung aufeinanderfolgender Stadien hier noch wahrscheinlicher gemacht werden konnte. Das Netz der unter und in dem Corium gelegenen Bindegewebszellen ist durch zahlreiche, senkrecht aufsteigende Ausläufer kontinuierlich mit den basalen Epidermiszellen verbunden, die sich mit ihren spitzen Fortsätzen oft tief in das Corium einsenken. Diese Verbindungsfäden können das ganze Corium durchsetzen, entspringen dann also von den dem Corium nach innen anliegenden Zellen, oder gehen von den horizontal übereinander geschichteten, dem Corium eingelagerten Bindegewebszellen und deren Ausläufern ab.

5. Pigmentzellen. — Die Pigmentzellen konnten bei den vorliegenden Untersuchungen umsoweniger unberücksichtigt bleiben, als mehrfach — auch für Amphibien — eine Verbindung von Epidermiszellen mit Pigmentzellen beschrieben worden war.

An der Grenze von Innenlage des Coriums und Unterhautbinde-

gewebe sind Pigmentzellen zahlreich vorhanden; in ersterer selbst wurden dagegen nur einzelne, senkrecht hindurchtretende Ausläufer gefunden, welche meistens von Zellen entsprangen, die selbst in der mittleren Coriumlage gelegen waren. Hier sind sie, wie bekannt, sehr zahlreich; besondere Erwähnung verdienen die dicht unter der Außenlage und parallel zu ihr sich hinziehenden Pigmentnetze. In den Flossensäumen finden sich solche nicht nur unter, sondern auch in dem geschichteten Corium. Die Netze der unter der Außenlage des Rumpfes und unter dem Corium der Flossensäume gelegenen Pigmentzellen sind unregelmäßig, während die innerhalb des letzteren liegenden Netze und Ausläufer gleich den Bindegewebszellen die regelmäßige Anordnung der Bindegewebsbündel wiederspiegeln. Verbindungen der Pigmentzellen mit Epidermis- oder Bindegewebszellen wurden niemals wahrgenommen und sind mit Sicherheit auszuschließen. Die vorliegenden Angaben über Verbindungen ersterer Art beruhen auf einer falschen Deutung von Pigmentzellen, welche in die Epidermis eintreten, und zwar in deren Intercellularräume, was deutlich beobachtet werden konnte. Im Corium der Flossensäume liegen die Pigmentzellen in den Lymphspalten. Sie sind oft dem Körper oder den Ausläufern von Bindegewebszellen streckenweise dicht und parallel angelagert. Diese Tatsache, wie ferner die Einlagerung in die Lymphspalten, das Vorkommen in der Epidermis, die dadurch bethätigte Lokomotionsfähigkeit und die von anderen Autoren beobachtete mitotische Teilung sprachen für die Richtigkeit der auch schon von *Ehrmann* vertretenen Auffassung, daß die Pigmentzellen Zellen besonderer Art, vor allem also auch nicht einfach pigmenthaltige Bindegewebszellen sind, wie dies vielfach noch angenommen wird. Auch mit Leukocyten haben sie nichts zu thun, trotzdem ihnen eine Bewegung in den Lymphspalten zukommt.

6. Farblose Pigmentzellen. — In der äußeren Partie der mittleren Coriumlage des Rumpfes, dicht unter der äußeren Coriumlage, ferner in und unter dem Corium des Rumpfes, sowie in vereinzelten Fällen in der Epidermis fand ich Zellen, welche nach ihrer Größe, Art der Verzweigung und Netzbildung, sowie ihrem Vorkommen in den Lymphspalten und in den Intercellularräumen der Epidermis, an Pigmentzellen erinnern. Das schwach färbbare Protoplasma ist mit zahlreichen blassen Körnchen erfüllt, welche sich nur mit gewissen Farbstoffen nachweisen ließen. In manchen solchen Zellen findet man nun Pigmentkörnchen, welche mit den gewöhnlichen schwarzen Pig-

mentkörnchen, sowie mit den eben erwähnten farblosen Granula gleiche Größe besitzen. Dieser Gehalt an Pigment kann soweit gehen, daß annähernd gleich viel schwarze, und ungefärbte Granula in der Zelle vorhanden sind. Dieser Umstand, wie die sonstige Übereinstimmung mit den gewöhnlichen Pigmentzellen, machen es wahrscheinlich, daß die blassen Körnchen farblose Pigmentkörnchen, die Zellen selbst also farblose Pigmentzellen darstellen. Wie *Reinke* gezeigt hat, lassen sich bei Salamanderlarven die Pigmentkörnchen vom Pigment befreit als kleine Granula darstellen, woraus hervorgeht, daß das Pigment an ein, auch im pigmentfreien Zustande nachweisbares Substrat gebunden ist. Diese Beobachtungen scheinen mir meine Auffassung wesentlich zu unterstützen. Von Mastzellen sind die farblosen Pigmentzellen durch die verschiedenartige Reaktion der Körnchen gegen basische Anilinfarben, sowie durch die Form verschieden; doch ist es nicht unmöglich — und dafür spricht die gelegentliche Beobachtung in den Intercellularräumen der Epidermis —, daß sie mit den *Langerhans*'schen Zellen der Epidermis identisch sind. Verbindungen der farblosen Pigmentzellen mit Epidermis- oder Bindegewebszellen sind nicht vorhanden.

7. Mastzellen. — Diese eigentümlichen Zellen, über deren Begriff in der Litteratur noch immer eine ziemliche Verwirrung herrscht, finden sich im Unterhautbindegewebe, in der äußeren lockeren Partie der mittleren Coriumlage und im Gallertgewebe der Schwanzflosse oft in ziemlicher Menge. Sie bestehen aus einem kleinen, meist ovoiden, den Kern umschließenden Hauptteil, von dem nur wenige, lange Ausläufer abgehen. Diese geben gleichfalls nur wenige, in ziemlich weiten Abständen abtretende Seitenzweige ab, welche weder miteinander, noch mit denen anderer Zellen sich vereinigen. Die Ausläufer und ihre Seitenzweige besitzen oft ziemlich dicht aufeinander folgende spindelförmige oder kugelige Auftreibungen und endigen in der Regel mit rundlichen, tröpfchenartigen Anschwellungen. Die Zellen sind dicht mit kleinen Körnchen erfüllt, welche mit basischen Anilinfarben die von *Ehrlich* für sie nachgewiesene metachromatische Färbung zeigen. In die Außenlage des Coriums wie in das Corium der Flossensäume oder gar in die Epidermis dringen die Mastzellen niemals ein, können also schon deshalb keinen Anlaß zur etwaigen Vortäuschung von Zellverbindungen geben. — Mit *Ranvier*'s „Clasmatocyten" sind die Mastzellen zweifellos identisch. Von *Herrick* und *Coghill* sind sie in der Haut des Axolotls irrtümlicherweise als Ganglienzellen beschrieben worden.

8. Leukocyten. — Im Corium, insbesondere in der mittleren Lage, kommen regelmäßig verschiedenerlei Formen von Leukocyten vor, sowohl mehrkernige granulafreie, wie granulahaltige. Von letzteren finden sich zwei Arten: einkernige mit größeren und mehrkernige mit kleineren Granula; die Granula dieser beiden Arten verhalten sich auch färberisch verschieden. Einkernige, granulafreie Leukocyten wurden auch bei der Durchwanderung der äußeren Coriumlage angetroffen, sodaß ihr Körper teils in der mittleren Coriumlage, teils in den Intercellularräumen der Epidermis lag. Eine Verwechslung solcher Vorkommnisse mit Verbindungen zwischen Epidermis- und Bindegewebszellen ist ausgeschlossen.

9. Nerven. — Die markhaltigen Nerven treten, unter Verlust der Markscheide, in die Epidermis ein. An den Flossensäumen kann man gut verfolgen, wie sie das Corium senkrecht durchsetzen; von den Verbindungen der Epidermis- und Bindegewebszellen sind sie schon durch ihre größere Dicke, leicht zu unterscheiden. Die von *Herrick* und *Coghill* aus der Haut des Axolotls beschriebenen „Nerven" sind großenteils Bindegewebsbündel, ihre „Ganglienzellen" dagegen, wie schon oben erwähnt, Mastzellen.

Ein Vergleich der oben beschriebenen Verbindungen zwischen Epidermis- und Bindegewebszellen mit allen übrigen im Corium, insbesondere an dessen Grenze gegen die Epidermis zu vorkommenden Gewebselementen zeigt ebenso, wie die ganze Natur jener Verbindungen an sich, daß eine Verwechselung mit irgend welchen anderen Dingen ausgeschlossen ist und daß in der Haut des Axolotls, insbesondere aber in derjenigen der Flossensäume, Verbindungen zwischen Epidermis- und Bindegewebszellen unzweifelhaft vorhanden sind.

(Sonderabzüge, ausgegeben den 20. Oktober 1902.)

Eine periodische Kontaktkatalyse.

Von

G. Bredig und J. Weinmayr.

Einleitung.

Beschreibungen einfacher periodischer Erscheinungen sind in der chemischen Litteratur ziemlich selten, verdienen aber doch einige Beachtung, vielleicht auch vom Standpunkte der Frage aus, wie bei biologischen Vorgängen deren Periodicität aus chemischen und physikalischen Thatsachen abzuleiten wäre [1]). Die neuerlichen, eleganten Versuche *Ostwalds* über periodische Erscheinungen bei der Auflösung des nach dem *Goldschmidt*'schen aluminothermischen Verfahren dargestellten Chroms haben im Anschluß an *Hittorfs* [2]) berühmte Entdeckung der passiven und aktiven Zustände dieses Metalles nicht nur das Interesse an älteren, beim Eisen gemachten elektrochemischen Beobachtungen dieser Art von *Fechner*, *Herschel*, *Schönbein*, *Faraday*, *Joule* [3]) u. A. neu belebt, sondern auch eine Fülle neuer und zum Teil noch recht rätselhafter Thatsachen zu Tage gefördert.

Der Hauptinhalt der *Ostwald*'schen Beobachtungen ist folgender:

1) Vergl. *G. Quincke* Wied. Ann. 35, 614 (1888). *J. Bernstein*, *Pflügers* Archiv für Physiologie 80, 628 (1900) Naturwiss. Rundschau 15, 434 (1900) 16, 413, 429, 441 (1901). *Ostwald*, Vorlesungen über Naturphilosophie Leipzig 1902 S. 274, 315, 362.

2) *Hittorf*, Zeitschr. f. physikal. Chemie 25, 729 (1898), 30, 481 (1899), 34, 385 (1900), Zeitschr. f. Elektrochem. IV 482 (1898), VI 6 (1899), VII 168 (1900).

3) Über die ältere Litteratur vergl. *Ostwald*, Elektrochemie Leipzig 1896 S. 699, Kgl. Sächs. Akadem. d. Wissensch. 1900 XXVI, II, Zeitschrift f. physikal. Chemie 35, 204 (1900). *Kahlbaum* u. *Schaer*, Chr. Fr. Schoenbein I 108, Leipzig 1899. *Dammer*, Handb. d. anorg. Chem. III 293, IV 750.

1. Im Gegensatze zur gewöhnlichen stetigen Auflösungsgeschwindigkeit von Metallen in Säuren ist die Geschwindigkeit der Auflösung mancher Sorten nicht ganz reinen Chrommetalls unter gewissen Umständen eine periodisch wechselnde[1]).

2. Mit den Perioden der chemischen Aktivitätsänderung des Chroms koincidieren gleichzeitige erhebliche periodische Schwankungen der elektromotorischen Kraft des Metalles[2]).

3. Die Form und Existenz der Schwingungen ist äußerst empfindlich gegen Spuren gewisser Zusätze.

Die älteren Beobachtungen über periodische Erscheinungen bei der Elektrolyse sind neuerdings von verschiedener Seite[3]) noch vermehrt worden. Wie man aber aus den Diskussionen ersieht, kann die Frage nach der Entstehung dieser Schwingungen durchaus noch nicht als gelöst angesehen werden.

Bei Gelegenheit einer Untersuchung über die Katalyse des Wasserstoffsuperoxyds durch Quecksilber bei dem Zerfall in Wasser und Sauerstoff[4]) sind wir nun auf eine geradezu typische periodische Erscheinung gestoßen. Es hat sich nämlich herausgestellt, daß die katalytische Zersetzungsgeschwindigkeit des Wasserstoffsuperoxydes an Quecksilberoberflächen unter bestimmten und bisher stets reproduzierbaren Umständen eine periodische ist.

Chemische Periodicität.

Der erste Versuch, der uns zur Auffindung der Periodicität leitete, war folgender: Eine 1% ige H_2O_2-Lösung wurde der katalytischen Kontaktwirkung einer kreisförmigen Quecksilberoberfläche von 7,7 cm Durchmesser bei 25° ausgesetzt. Dabei ergaben sich folgende Zersetzungsgeschwindigkeiten:

[1]) *Ostwald* l. c. und Kgl. Sächs. Akademie d. Wissenschaften 1899 XXV, IV, Zeitschrift für physikal. Chemie 35, 33 (1900).

[2]) *Ostwald* l. c. *E. Brauer*, Zeitschrift für physikal. Chemie 38, 441 (1901).

[3]) *Koelichen*, Zeitschrift für Elektrochemie VII, 628 (1901). *Cohn*, ibid. VII, 633, VIII, 592. *Liebenow*, ibid. VII, 634. *Haber*, ibid. VII, 634. *Küster*, ibid. VIII, 496 499. *Cohen*, ibid. VIII, 499. *Foerster*, ibid. VIII, 500.

[4]) Als Fortsetzung der Versuche von *Bredig* und *Ikeda*. Zeitschrift für physikalische Chemie 37, 65 (1901). *Bredig* u. *Reinders* ibid. 37, 340. *Bredig* Anorgan. Fermente Leipzig 1901 S. 72.

Minuten	Noch vorhandene H_2O_2-Konzentration in ccm Permanganat	Geschwindigkeit als Umsatz pro 10 Minuten
Versuch I.		
0	10,79	—
10	10,55	0,24
20	10,00	0,55
30	9,67	0,33
40	8,83	0,84
50	8,65	0,18
60	7,60	1,05
70	7,43	0,17
80	6,60	0,83
Versuch II.		
0	14,25	—
10	13,30	0,95
20	10,00	3,30
30	9,21	0,79
40	7,03	2,18
50	6,65	0,38
60	5,61	1,04
70	4,63	0,98
80	3,55	1,08
90	2,65	0,90
Versuch III.		
0	12,00	—
10	11,51	0,49
20	10,50	1,01
30	10,45	0,05
40	8,80	1,65
50	7,30	1,50
60	6,50	0,80
70	5,10	1,40
80	4,30	0,80
90	3,30	1,00
100	2,45	0,85
110	1,40	1,05

Sowohl aus der letzten Kolumme der obigen Tabelle wie aus den Kurven Fig. 1–3 sieht man deutlich das abwechselnde Steigen und Sinken der Reaktionsgeschwindigkeit während des Versuches. Bei weiterer systematischer Prüfung stellte sich nun heraus, daß die Pulsation der Geschwindigkeiten in obigen Versuchen nicht auf zufälligen Versuchsfehlern beruht, sondern daß die Katalyse des Wasser-

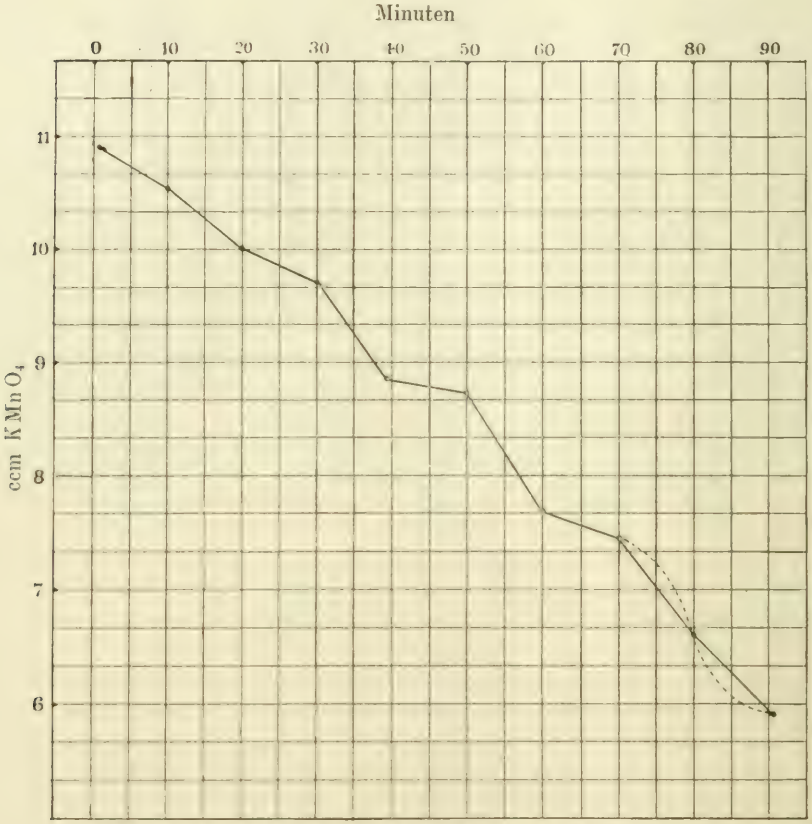


Fig. 1.

stoffsuperoxyds durch Quecksilber vielmehr unter bestimmten und bisher von uns stets leicht wieder erhaltenen Bedingungen in der That einen besonders deutlichen Fall von periodischer Reaktionsgeschwindigkeit liefert, der sich in folgender Form sehr schön zu Demonstrationszwecken eignet:

Bringt man nämlich in ein gut gereinigtes, trockenes Reagens-

glas von 1.3—2 cm Durchmesser einige Kubikcentimeter reinen Quecksilbers und schichtet man darüber ca. 10 Kubikcentimeter einer wässerigen 10—11%-Lösung von reinstem Wasserstoffsuperoxyd, so bedeckt sich das Quecksilber bei Zimmertemperatur bald mit einem glänzenden, goldbroncefarbigen, spiegelnden Häutchen und allmählich beginnt die Katalyse des H_2O_2 unter Entwickelung von Sauerstoffgas.

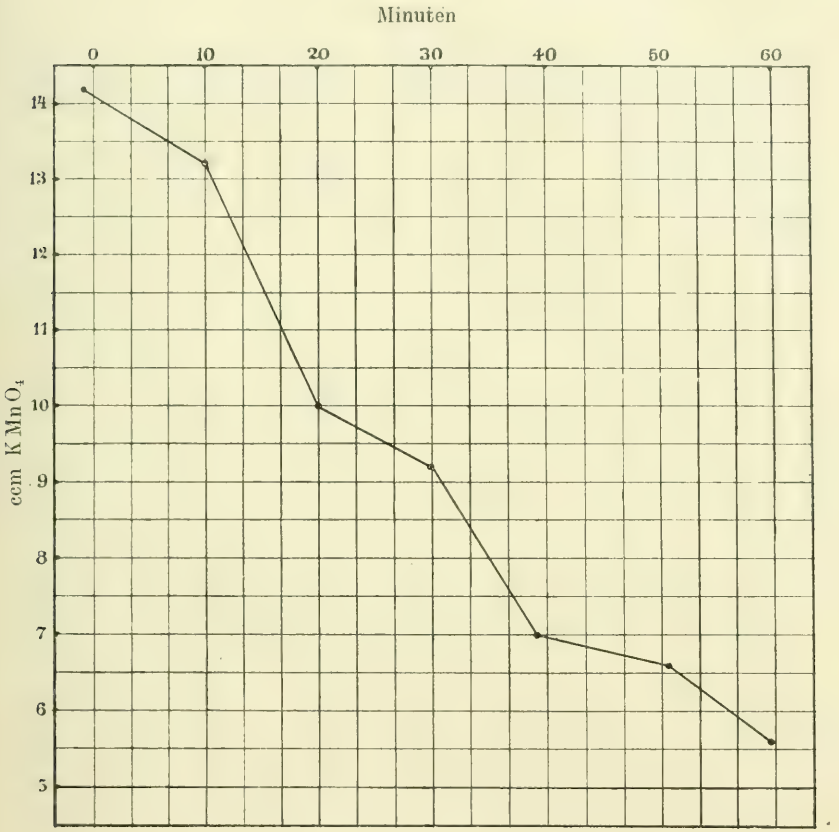


Fig. 2.

Zuweilen schon nach 5 Minuten, oft aber erst nach 25—40 Minuten bemerkt man, wie die bis dahin lebhafte Gasentwickelung plötzlich an der Quecksilberoberfläche aussetzt, wobei aus dem verschwindenden Gasblasennebel in der Flüssigkeit der broncefarbige Spiegel auf dem Metall wie ein „Silberblick“ sichtbar wird. Nach einer Pause von einer oder mehreren Sekunden setzt nun die Katalyse, anscheinend

von den Rändern aus beginnend, wieder lebhaft ein, macht nach kürzerem oder längerem Gange wieder dieselbe Pause unter Hervorblinken des gelben Spiegels und so geht die schöne und überraschende Erscheinung in sehr regelmäßigen Intervallen eine halbe oder ganze Stunde lang rhythmisch fort, bis diese rhythmischen Unterbrechungen der Katalyse ausbleiben und die Reaktion stetig zu Ende geht, zu-

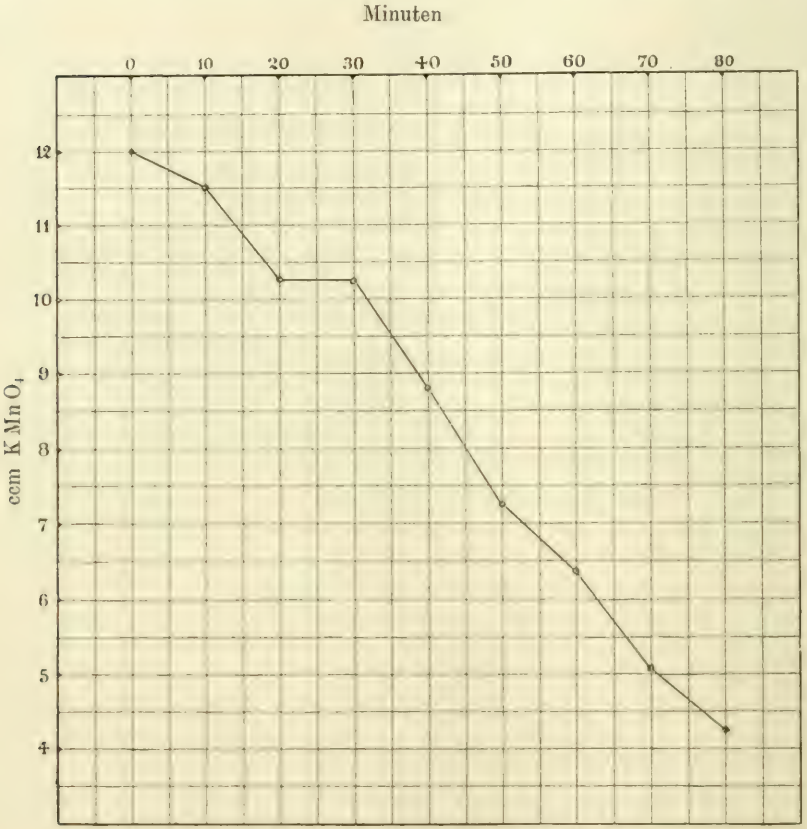


Fig. 3.

weilen auch sehr stürmisch wird. Zum Schlusse ist das Quecksilber meistens mit einem dunkelgrauen Niederschlage (wohl von Hg_2O) bedeckt.

Die Zahl dieser „chemischen Schwingungen" pro Minute ist zwar in verschiedenen Versuchen verschieden und scheint von einer ganzen Anzahl von Bestimmungsstücken abzuhängen, doch ist sie bei mehreren gleichzeitigen Versuchen unter gleichen Umständen häufig annähernd

gleich und liegt bei dem soeben beschriebenen Versuche in der Gegend von 1—20 Schwingungen in der Minute.

So waren in zwei Parallelversuchen die Schwingungszahlen

in der	1.	3.	5.	7.	9.	11.	13.	15.	17ten Minute
in Versuch A:	9.	9.	10.	11.	11.	12.	14.	14.	15.
in Versuch B:	9.	10.	10.	10.	10.	11.	11.	12.	12.

Oft bleibt die Schwingungszahl längere Zeit bei demselben Versuche annähernd konstant. Es soll versucht werden, diese Konstanz durch Konstanthalten der Bedingungen (Temperatur, H_2O_2-Konzentration etc.) noch zu erhöhen. Temperaturerhöhung vergrößert gerade wie bei *Ostwald*'s Chromversuchen die Schwingungszahl sehr stark.

Wir konnten auch geradeso, wie es zuerst *Ostwald* bei seinen Chromversuchen gethan hat, auch hier die oscillierende Entwickelungsgeschwindigkeit des Sauerstoffgases an den Zuckungen eines kleinen Manometers verfolgen, als wir das Gas durch eine passende Kapillare unter Druck entweichen ließen. Genauere Messungen nach *Ostwalds* Muster mit dem Sphygmographen sollen später folgen.

Sehr auffallend ist die große Empfindlichkeit der Erscheinung gegen Zusätze mancher fremder Stoffe. So löschen schon sehr geringe Zusätze von Säuren und Alkalien, Natriumsulfat, Kaliumnitrat, Kaliumchlorat, Natriumkarbonat, Chlorkalium und Bromkalium die Schwingungen völlig aus, indem Säuren, Chloride und Bromide die Katalyse meist lähmen, die anderen genannten Stoffe aber dieselbe stürmisch erregen, wobei sich zuweilen an Stelle des bronceglänzenden Spiegels eine dickere Schicht einer Quecksilberverbindung bildet. Dagegen zerstörte ein geringer Alkoholzusatz die Schwingungen nicht, veränderte aber ihre Form.

Gewöhnlicher Äthyläther oder Olivenöl brachten die Schwingungen zum Erlöschen, was wohl mit ihren bekannten, die Quecksilberoberfläche „verschmierenden" Eigenschaften zusammenhängt. Erwähnt sei, daß KOH und KCl gewissermaßen „Antagonisten" sind, indem eine durch KCl gelähmte Quecksilberkatalyse des H_2O_2 durch Alkalizusatz neu belebt werden kann, wobei zuweilen wieder eigentümliche ruckweise Schwingungen beobachtet werden.

Besonders wertvoll dürfte die Thatsache sein, daß uns die Versuche bisher mit allen verschiedenen Quecksilberproben und H_2O_2-Lösungen gelangen, die wir verschiedenen Vorratsflaschen zu verschiedenen Zeiten entnahmen. Auch machte es hierfür keinen Unterschied, ob wir das Quecksilber mit $HgNO_3$ und HNO_3 oder durch Vakuumdestillation gereinigt hatten. Wesentlich ist allerdings nach

dem eben über die Zusätze Gesagten die Anwendung eines sehr reinen und elektrolytfreien Wasserstoffsuperoxydes, wie es die Firma Merck in Darmstadt in vorzüglicher Qualität von 30% in den Handel bringt. Bei Gelegenheit sollen natürlich auch Präparate anderer Herkunft untersucht werden. Besonderer Wert zum Gelingen des Versuches ist auf Reinheit des Gefäßes zu legen.

Elektrische Periodicität.

Da alle geprüften fremden elektrolytischen Zusätze die chemischen Schwingungen auslöschten, schien eine Messung des elektrischen Potentials des Quecksilbers während der Schwingung nach dem Beispiel der *Ostwald-Brauer*'schen Versuche mit erheblichen Schwierigkeiten verknüpft. Gleichwohl ist es gelungen, durch einen einfachen Kunstgriff zum Ziele zu gelangen. Da auch das reine H_2O_2, wie *Calvert*[1]) gezeigt hat, eine Säure und daher selbst ein merklicher Elektrolyt ist, so konnte man zunächst an der schwingenden H_2O_2 | Hg-Elektrode auf einen fremden Zusatz verzichten. Um zu verhindern, daß aus dem Heber, welcher die schwingende H_2O_2 | Hg-Elektrode mit einer konstanten Kalomelelektrode leitend verband, ein fremder Elektrolyt in schädlichen Mengen an die H_2O_2|Hg-Elektrode herandiffundierte, wurde dieser Heber mit einer 3% Gelatinegallerte, welche $^1/_{10}$ norm. KNO_3 enthielt, gefüllt und das Ende des Hebers, welches später in die Flüssigkeit der H_2O_2|Hg-Elektrode tauchen sollte, etwa 1 Stunde lang in destilliertem Wasser ausgewässert. Hierdurch wurde dieses Heberende von KNO_3 soweit befreit, daß es während der Messungszeit keine für die Schwingungen schädlichen Mengen von KNO_3 mehr an die H_2O_2-Lösung abgeben konnte, andererseits aber blieb in den übrigen Teilen des Hebers noch genug Elektrolyt zurück, um die Leitung zu vermitteln. So gelang es in der That, aus einer Normal-KCl|Calomelelektrode und einer Quecksilberelektrode mit 10% H_2O_2 ein Element aufzubauen, das während der Messung längere Zeit die oben geschilderten, dem Auge deutlich sichtbaren Schwingungen der katalytisch-chemischen Reaktionsgeschwindigkeit unverändert zeigte. Die Messungen der elektromotorischen Kraft dieser Kette geschahen nun mittelst der bekannten Kompensationsmethode mit Kapillarelektrometer von 2 Millivolt Empfindlichkeit.

[1]) *Calvert*, Drudes Ann. 1, 483 (1900). Zeitschrift f. physikalische Chemie. 38, 513 (1901).

So wurde in mehrfachen Versuchen unzweifelhaft festgestellt, dass gleichzeitig mit den Oscillationen der chemischen Reaktionsgeschwindigkeit an der H_2O_2 | Hg-Elektrode auch erhebliche und regelmäßige Oscillationen der elektrischen Potentialdifferenz vorhanden sind, die sich schon mit bloßem Auge am Meniscus des Kapillarelektrometers koincidierend mit den gleichzeitigen Ruhepausen der Hg-Katalyse beim Sichtbarwerden des broncefarbigen Elektrodenspiegels erkennen lassen.

Die Kette

Hg | HgCl norm. KCl | $^1/_{10}$ norm. KNO_3 | 10% H_2O_2-Lösung | Hg

zeigte im katalytisch-aktiven Zustande der H_2O_2-Elektrode eine E. M. K. von ca. 0,254 Volt, dagegen im inaktiven Zustande eine E. M. K. von ca. 0,322 Volt. Hierbei war die Kalomelelektrode stets die Anode. Es folgt daraus, daß im inaktiven Zustande das Quecksilber gegen H_2O_2 um rund 70 Millivolt positiver ist als im aktiven Zustande. Das Quecksilber erscheint also im katalytisch-inaktiven Zustande edler.

Aus dem Umstande, daß gerade im inaktiven Zustande die elektromotorische Kraft der Kette sogar größer ist als im aktiven Zustande, wäre man geneigt, zu schließen, daß die Änderung der elektromotorischen Kraft beim Eintritt in den inaktiven Zustand nicht etwa darin besteht, daß nach Art des *Leidenfrost*'schen Phänomens oder des *Wehnelt*-Unterbrechers der Kontakt zwischen Metall und Flüssigkeit unterbrochen wird. In diesem Falle hätte doch gerade im inaktiven Zustande die elektromotorische Kraft der Kette scheinbar verschwinden müssen. Dagegen kann auch die Annahme eines elektromotorisch wirksameren Sauerstoffhäutchens, das sich periodisch bildet, eine Erklärung dafür bilden, warum in der Ruhepause die Elektrode kathodischer wird, als in dem aktiven Stadium, wo das H_2O_2 die elektromotorische Kraft bestimmen[1]) würde.

Periodicität der Oberflächenspannung.

Seit *Ritter*, *Draper*, *Paalzow*, *Quincke*, *Lippmann* u. a. wissen wir[2]), daß mit einer Änderung der elektrischen Potentialdifferenz zwischen Quecksilber und einer Flüssigkeit eine Änderung der Ober-

[1]) Vergl. *Haber*, Zeitschr. f. Elektrochemie VII 442 (1900).

[2]) Vergl. *G. Quincke*, Pogg. Ann. 139, 65 (1870). *Ostwald*, Elektrochemie S. 1017.

flächenspannung zwischen diesen Medien verbunden ist. *Hittorf*'s „Zwangszustand" der passivierbaren Metalle dürfte daher auch durch eine gerade bei Metallen durchaus wahrscheinliche „Hysteresis" der Oberflächenspannung erklärbar sein[1]). Es wird also nach den vorstehenden Beobachtungen auch nicht wunder nehmen, wenn wir zuweilen beim periodischen Eintritt der Inaktivität eine Abplattung, beim Eintritt der Aktivität eine Krümmung der katalysierenden Quecksilberkuppe unter der H_2O_2-Lösung wahrgenommen haben. Letztere ist freilich wegen des einsetzenden Gasblasennebels nicht sehr sicher zu beobachten. Bei Anstellung des Versuches in einer Porzellanschale nimmt die Erscheinung manchmal das Aussehen des von *Kühne* herrührenden kapillarelektrischen Phänomens[2]) an. Jedoch scheint es notwendig, Oberflächengröße und H_2O_2-Konzentration auf einander „abzustimmen", um Schwingungen zu erhalten.

Eine besonders auffallende Erscheinung ist die, daß man durch eine leise Erschütterung meistens ein kurzes Stadium von Inaktivität unter gleichzeitigem Sichtbarwerden des Broncespiegels, also eine Schwingung auslösen kann.

Da es bekannt ist, daß gerade das Potential polarisierbarer Elektroden besonders stark gegen Erschütterungen empfindlich ist (vergl. z. B. *Nernsts*[3]) Beobachtungen gerade an Quecksilberelektroden), so deutet diese Thatsache im Verein mit dem oben konstatierten Zusammenhang von Potential, Aktivität und Oberflächenspannung darauf hin, dass für die Inaktivierung die Polarisierbarkeit der katalysierenden Quecksilberoberfläche von wesentlicher Bedeutung ist[4]). Diese elektrische oder durch Verarmung chemische Polarisierbarkeit kann jedenfalls auch durch Bildung eines Niederschlaghäutchens (HgO) oder einer dünnen Gashaut (O^2) befördert werden, wenn nämlich nicht die Substanz des Häutchens, sondern die Elektrodenflüssigkeit (etwa das H_2O_2) als Depolarisator wirkt. Man hat dann wohl Verhältnisse, wie sie sich etwa bei den Chromoxyddiaphragmen von *Imhoff* und *E. Müller*[5]) oder auch bei den Aluminiumanoden von *Graetz*[6]) einstellen. Erwähnt sei,

[1]) Vergl. hierzu auch *Abegg*, Zeitschr. f. Elektrochem. VII 659 (1901).

[2]) Vergl. *Ostwald*, l. c. S. 1018. *Haber* u. *Sack*, Zeitschrift f. Elektrochemie VIII, 253 (1902).

[3]) *Nernst*, Zeitschr ft f. physik. Chemie 4, 157 (1889). *Ostwald*, l. c. S. 1024.

[4]) Vergl. auch besonders die Betrachtungen über Passivität bei *Le Blanc*, Zeitschr. f. Elektrochem. VI. 476 (1900). *Finkelstein*, Zeitschr. f. physikal. Chemie 39, 91 (1902).

[5]) *E. Müller*, Zeitschrift für Elektrochemie VII, 398 (1901).

[6]) *Graetz*, Zeitschrift f. Elektrochemie IV, 67 (1897).

daß die Bildung von Deckschichten in der Litteratur[1]) über solche periodische Erscheinungen sehr oft diskutiert und festgestellt wird und daß mit dem Auftreten dieser Deckschichten nach *Haber* und *Sack*[2]) erhebliche Potentialänderungen verbunden sein können.

Für das Zustandekommen guter Schwingungen zeigte es sich als wichtig, daß die Quecksilberoberfläche möglichst in allen Punkten gleichzeitig das broncefarbige, spiegelnde Häutchen bildet. Bilden sich nämlich davon ungleichmäßige Stellen an verschiedenen Punkten der Metalloberfläche, so geraten diese nicht synchron in schwingende Reaktion und wegen der ungleichen Schwingungsphase an den verschiedenen Stellen wird die Erscheinung undeutlich.

Nach unseren Beobachtungen ist das Auftreten der Schwingungen an das Vorhandensein des bronceglänzenden Häutchens, das wohl aus HgO besteht, geknüpft. Ob dieses Häutchen im Momente des Aktivwerdens zerstört wird, haben wir wegen der intensiven Gasentwickelung über demselben im aktiven Stadium bisher nicht sicher entscheiden können. Gewöhnliches gelbes Quecksilberoxyd wird in der That von reiner 10% H_2O_2-Lösung unter Sauerstoffgasentwickelung reduziert, allerdings nicht so schnell, wie bei Zusatz von Alkali. Man könnte also annehmen, daß ein festes oder gasförmiges Häutchen bei Berührung von H_2O_2 mit Quecksilber periodisch gebildet und zerrissen wird, wobei man freilich nicht an „molekulare Schwingungen" zu denken hätte, wohl aber an die wichtigen Untersuchungen *G. Quinckes*[3]) „Über periodische Ausbreitung an Flüssigkeitsoberflächen und dadurch hervorgerufene Bewegungserscheinungen". Bei unseren Versuchen wurden wir lebhaft an die von *Quincke* schon im Jahre 1870 beschriebenen „explosionsartigen" periodischen Ausbreitungen von Öltropfen auf einer Wasserfläche infolge der Änderungen der gemeinsamen Oberflächenspannungen unter gleichzeitiger Auflösung und darauffolgender plötzlicher Bildung einer dünnen Haut, sowie an die von ihm beschriebenen periodischen

[1]) Vergl. die Citate auf S. 1 und 2 sowie *Micheli*, Wied. Beibl. 24, 1152 (1900). Vergl. besonders den Einfluss absorbierbarer Kolloide bei *Ostwald*, Zeitschrift f. physikal. Chemie 35, 211, 225 (1900), *Döring*, Journal für prakt. Chemie 66, 102 (1902). Über Passivität siehe auch neuerdings *H. L. Heathcote*, Zeitschrift für physikal. Chemie 37, 368 (1901), *Finkelstein*, l. c. *Döring*, l. c. S. 101, *Hittorf*, Zeitschr. f. physikal. Chemie 34, 385 (1900).

[2]) *Haber* u. *Sack*, Zeitschrift f. Elektrochemie VIII, 541 (1902).

[3]) *G. Quincke*, Pogg. Ann. 139, 76 (1870). Wied. Ann. 35, 598, 612 (1888), *Drudes* Ann. 7, 636, 639, 642 (1902). *E. H. Weber*, Pogg. Ann. 94, 447 (1855).

Zuckungen von Luftblasen in einem sich ändernden Wasser-Alkoholgemisch und von Ölkugeln in Sodalösung erinnert. Auch in unserem Falle besitzen wir ja zwei (resp. mehrere) aneinander grenzende Medien, welche mit der Zeit infolge gegenseitiger Einwirkung unter Bildung einer Oxyd- oder Gasschicht ihre Oberflächenspannung ändern[1]). Es ist ja auch charakteristisch, dass alle solche chemische Periodicitäten bisher nur in heterogenen Systemen, also an Grenzoberflächen beobachtet worden sind. Hierzu tritt nun in unserem Falle noch der Umstand, daß die Stabilität von Wasserstoffsuperoxyd neben Quecksilber und Quecksilberoxyd merklich an die Existenz gewisser Mengen freier Säure gebunden ist, als welche auch das H_2O_2 nach *Calverts* Untersuchungen[2]) zu gelten hat. In alkalischer Lösung tritt bekanntlich bei H_2O_2 heftige Gasentwickelung in Gegenwart von Hg oder HgO unter Reduktion des letzteren ein; dieselbe bleibt aus beim Ansäuern, und zwar ist der Umschlag in der Nähe des „neutralen" Punktes gerade ein sehr heftiger. Mithin wird mit Abnahme der H_2O_2-Konzentration infolge der Reaktion die Stabilität des H_2O sich sehr schnell vermindern und hierdurch kann wohl der von *Ostwald*[3]) zum Zustandekommen der Schwingungen geforderte sprunghafte Gang eines Teilvorganges der Reaktion eintreten. Schon *Ihle*[4]) hat gezeigt, daß das Potential und die Stabilität des Wasserstoffsuperoxydes beim Ansäuern entsprechend der Theorie *Ostwalds* einen sehr plötzlichen, starken Sprung zeigt und dieses so aus der Gruppe der Reduktionsmittel in die Gruppe der Oxydationsmittel übertritt. Daß an katalysierenden Metalloberflächen infolge „Kurzschlusses" eine Reduktion des Sauerstoffes durch H_2O_2 erfolgen kann, ist bereits in den Arbeiten von *Haber*[5]) und von *Bredig*[6]) enthalten. Aus dem Massengesetz folgt übrigens, daß immer nur je eine H_2O_2-Konzentra-

[1]) Es sollen gelegentlich noch andere chemisch aufeinander wirkende, nicht mischbare Flüssigkeiten auf Periodicität der Reaktionsgeschwindigkeit untersucht werden, z. B. eine ätherische H_2O_2 Lösung in Berührung mit wässeriger $HMnO_4$ — oder K_3FeCy_6 — Lösung.

[2]) *Calvert* l. c. Bei dieser Gelegenheit sei auch betont, dass Herrn *Küsters* Referat im Jahrbuche für Chemie 1901 die Ergebnisse *Calverts* über die Zusammensetzung der Ionen des H_2O_2 völlig entstellt und unrichtig wiedergiebt und nur die subjektive Ansicht dieses Referenten enthält. Auch im Jahrbuche für Elektrochemie 1901 muß es in der vorletzten Zeile des Referates an Stelle des Druckfehlers O_2'' heissen O_2'.

[3]) Vergl. *Brauer*, Zeitschrift f. physikal. Chemie 38, 486 (1901).

[4]) *Ihle* ibid. 22, 119 (1897), *Ostwald* ibid. 11, 528 (1893).

[5]) *Haber* und *Grinberg*, Zeitschrift f. anorgan. Chemie 18, 39 (1898).

[6]) *G. Bredig*, Anorgan. Fermente S. 93.

tion mit einem der drei zweiphasigen Systeme Hg, HgO oder Hg, Hg_2O oder HgO, Hg_2O im Gleichgewicht mit atm. Sauerstoff koexistieren kann. Es ist sehr wohl möglich, daß zwischen diesen Systemen aus Quecksilber und H_2O_2 eine Metastabilität ähnlicher Art vorkommt, wie sie zwischen Chromchlorür und Chromchlorid nach *Ostwald, Peters* und *Döring* vorhanden ist[1]).

Es tauchen hier auch wieder die interessanten Beziehungen auf, welche *Luther*[2]) und *Haber*[3]) im Anschluß an *van't Hoffs* Formel der Gleichgewichtscyklen[4]) über die freie Energie und Stabilität verschiedener Reaktions- und Oxydationsstufen aufgestellt haben, denn wir haben es hier mit der Möglichkeit der Koexistenz der Stufen H_2O_2, O_2, H_2O und der Stufen HgO_x (?)[5]), HgO, Hg_2O, Hg zu thun.

Die Untersuchung wird fortgesetzt.

Heidelberg, Chemisches Universitäts-Laboratorium,
Dezember 1902.

---

[1]) *Ostwald,* Zeitschrift f. physik. Chemie 35, 62 (1900). *Peters,* ibid. 26, 217 (1898). *Döring* l. c.

[2]) *Luther,* Zeitschrift f. physikal. Chemie 34, 488 (1900), 36, 385 (1901).

[3]) *Haber,* Zeitschrift f. Elektrochemie VII, 441, 1043 (1901).

[4]) *van't Hoff, Ostwalds* Klassik. Nr. 110, S. 84, *Rothmund,* Zeitschr. f. physikal. Chemie 31, 75 (1899) *Nernst,* Theoret. Chemie, 2. Aufl. S. 636.

[5]) Vielleicht existiert nämlich in H_2O_2-Lösung noch eine höhere Stufe $HgO_{x>1}$, da wir das Quecksilber merklich löslich in H_2O_2 fanden.

(Sonderabzüge, ausgegeben den 31. Januar 1903.)

Untersuchungen über Amylose und amyloseartige Körper.

Von

O. Bütschli.

Inhaltsverzeichnis.

Seite

1. Einleitung 420
2. Reaktionen der Amylose, des Amylodextrins und des Glykogens. 424
   a) Amylose 424
   b) Amylodextrin 429
   c) Jodreaktion von Lösungen, die Amylose und Amylodextrin enthalten 433
   d) Trennung von Amylose und Amylodextrin 434
   e) Einfluß einer Dextrinbeimischung auf die Reaktionen der Amylose- und der Amylodextrinlösung 436
   f) Glykogen 436
3. Herstellung von Amyloselösungen und einer in Wasser leicht löslichen Amylose 439
4. Prüfung einiger Stärkesorten auf einen Gehalt an Amylodextrin. 449
5. Untersuchungen über die Klebreisstärke 451
   a) Gewinnung der Klebreisstärke 451
   b) Reaktionen der Klebreisstärkekörner mit Jod etc. 452
   c) Wässeriger Auszug der Klebreisstärke und des Klebreises bei 40° und Prüfung der Klebreisstärke auf Amylodextrin 455
   d) Weitere Untersuchungen der Klebreisstärke 456
   e) Beurteilung der Ergebnisse und der Klebreisstärke überhaupt . . 464
   f) Die sog. Paraglykogen- oder Zooamylumkörner der Gregarinen etc. als wahrscheinlich identisch mit der Klebreisstärke 469
6. Amyloporphyrin 470
7. Amylorubin 488
8. Amylosan 494
9. Weitere Untersuchungen über die zuerst 1896 von mir dargestellten sogen. künstlichen Stärkekörner 496
10. Bemerkungen über Dextrin 503

Tabellarische Übersicht der besprochenen Körper und ihrer Reaktionen 508

Nachtrag (Amyloglykon) 512

Litteratur 516

1. Einleitung.

Die Untersuchungen über Stärke und stärkeartige Körper, welche ich hiermit veröffentliche, bedürfen um so mehr einiger einleitenden und erläuternden Worte, als ihr Verfasser weder Chemiker von Fach noch Botaniker ist, und es daher eigentümlich erscheinen mag, daß gerade er zur Bearbeitung eines Themas gelangte, das seinen zoologischen Fachstudien ferne liegt. Die Sachlage ist in kurzem folgende. Seit 1890 etwa beschäftigte ich mich eingehend mit den Mikrostrukturen, welche durch Gerinnungsvorgänge in Kolloiden verschiedener Art hervorgerufen werden. Im Anschlusse hieran suchte ich ferner die Mikrostrukturen natürlich vorkommender Kolloide, wie Stärkekörner, Cellulosemembranen und anderes, zu erforschen und auf Grund der Befunde über Gerinnung, Eintrocknung und Krystallisation der untersuchten kolloiden Körper zu deuten. Eine eingehende und durch Figuren ausführlich erläuterte Darstellung dieser, über mehrere Jahre sich erstreckenden Untersuchungen veröffentlichte ich 1898. Die Beobachtungen über die Mikrostruktur der Stärkekörner, welche ich 1893 zuerst kurz darlegte, im folgenden Jahre weiter ergänzte und 1898 ausführlich publizierte, führten, nachdem die Überzeugung sich befestigt hatte, daß die Stärkekörner die Natur von Sphärokrystallen besitzen, auch zu dem Versuch, aus Stärkelösungen solche Stärkesphären oder Stärkekörner künstlich darzustellen. Die Versuche wurden 1896 insofern von Erfolg gekrönt, als es gelang, aus Stärkelösungen, die mit dem gleichen Volumen 5% Gelatinelösung gemischt und dann bei ca. 40—50° eingetrocknet waren, massenhaft Sphärokrystalle oder Körner zu erhalten, die, obgleich in gewissen Punkten von den natürlichen Stärkekörnern verschieden, dennoch als in ihrer Hauptmasse aus Amylose bestehend betrachtet werden mußten. Die wichtigste Eigenschaft, welche diese künstlichen Stärkekörner von den natürlichen unterscheidet, ist, daß ihnen das starke Aufquellen in heißem Wasser, die sog. Lösungsquellung (*A. Meyer*), fehlt, wogegen sie in anderen Quellungsmitteln der Stärkekörner, wie Kalilauge, starker Chloralhydrat- oder Chlorcalciumlösung, in derselben Weise quellen wie die natürlichen Körner. *Arthur Meyer* bestritt sofort in einem Referat (1896) meine Auffassung dieser künstlichen Körner als Stärkesphären. Ohne selbst den Gegenstand zu prüfen, oder die von mir geschilderten Versuche zu wiederholen, stand es für ihn fest, daß die künstlichen Stärkekörner nichts weiter

sind als Sphärokrystalle von Amylodextrin, welche mit Amylose verunreinigt seien, und die sich deshalb in ihrer Jodfärbung Stärkekörnern näherten. In meinem Werk von 1898 habe ich diese Behauptungen *Meyer*'s schon eingehend widerlegt, namentlich auch darauf hingewiesen (s. p. 250), daß die künstlichen Sphären sich ebenso schön und mit genau denselben Eigenschaften bilden, wenn die zu dem Versuch verwendete Gelatinelösung mit Natriumkarbonat schwach alkalisch gemacht, als wenn, wie dies ursprünglich geschah, gewöhnliche, nicht neutralisierte Gelatine benutzt wird. *A. Meyer* behauptete nämlich, daß es der Säuregehalt der künstlichen Gelatine sei, der bei dem Eintrocknen des Gemisches von Stärke- und Gelatinelösung die Bildung von Amylodextrin bewirke; abgesehen davon, daß er auch meinen Stärkelösungen, die durch Kochen von 2 g Stärke mit 100 g Wasser bereitet waren, einen erheblichen Gehalt an Amylodextrin und Dextrin zuschreibt.

In den Jahren 1899 und 1900 veröffentlichten auch *Rodewald* und *Kattein* zwei Mitteilungen über künstliche Stärkesphären, die nach einem von dem meinigen ganz verschiedenen Verfahren dargestellt waren, und die ich, speziell auf Grund der 1900 angegebenen Reaktionen, für identisch mit den von mir 1896 und ausführlich 1898 geschilderten Stärkesphären halte. *A. Meyer* hat denn auch sofort nach dem Erscheinen der ersten Arbeit von *Rodewald* und *Kattein* seinen Spruch dahin abgegeben (1899), daß die von *Rodewald* und *Kattein* dargestellten Körner, ebenso wie die *Bütschli*'s, nichts anderes als mit Amylose verunreinigte Amylodextrinsphären seien, und ferner noch bemerkt, daß diese künstlichen Sphären schon von *Jaquelain* im Jahre 1840 erhalten worden seien[1]).

[1]) Es ist dies eine der willkürlichen Behauptungen, wie sie sich *Meyer* häufig gestattet. Ich vermute jedoch, daß er gar nicht durch das Studium der *Jaquelain*'schen Arbeit zu dieser Überzeugung gelangte, sondern dieselbe auf eine Bemerkung *W. Nägeli*'s (74, pp. 15 u. 95) gründete, der die *Jaquelain*'schen „Granules" ohne genauere Begründung für möglicherweise identisch mit seinem Amylodextrin erklärte. Die Vergleichung der *Jaquelain*'schen Arbeit ergiebt sofort, daß die *Jaquelain*'schen „Granules d'amidon ou de fécule" nichts anders gewesen sein können, als diejenigen Körner, welche man beim Eindampfen oder Gefrieren wässeriger Stärkelösungen erhält und die *Meyer* für Tropfen „amylosiger Wasserlösung" erklärt. Schon die Kleinheit der *Jaquelain*'schen Granules, 0,002 mm, ihre Bläuung durch Jod, ihre verhältnismäßig leichte Löslichkeit in Wasser von 70°, der Umstand, daß sie aus ihrer Lösung beim Frieren in den bekannten Formen der Stärke ausgeschieden werden (Fäden, Lamellen, Körner; von ihrer Doppelbrechung ist nicht die Rede), endlich die Art ihrer Gewinnung: 1 T. Stärke mit 5 - 12 T. Wasser 2 St. auf 150° erhitzt, aus der Lösung scheiden sich die Körner beim Erkalten

Ich habe hier keine Veranlassung, meinerseits die *Rodewald-Kattein*'schen Körner gegen *Meyer* zu verteidigen, und um so weniger Veranlassung, mit den Arbeiten dieser beiden Forscher mich zu beschäftigen, als sie auf die meinigen, die den ihren vorausgingen und ihnen bekannt waren, nicht die geringste Rücksicht nahmen, ja es nicht einmal für nötig hielten, ihren Titel und Erscheinungsort zu citieren.

Die Behauptungen *A. Meyer*'s über die angebliche Natur meiner künstlichen Stärkekörner mußten mich schon in dem Werke von 1898 veranlassen, auch das zuerst von *W. Nägeli* genauer erkannte Amylodextrin näher zu prüfen; denn wie hervorgehoben, sollten ja die künstlichen Stärkekörner nichts weiter als mit Amylose verunreinigte Amylodextrinsphären sein. Da *Meyer* durch seine Arbeiten über Stärke und stärkeartige Körper, namentlich durch sein Buch von 1895, eine gewisse Autorität, wenigstens in den Kreisen der Botaniker, genießt, was ja daraus hervorgeht, daß eine angesehene botanische Zeitschrift ihm sogen. Referate über die hierhergehörigen Arbeiten verfassen läßt, so mußten seine Behauptungen einer Prüfung unterzogen werden, obgleich sie nicht auf Versuchen basierten, sondern nur kritische Deutungen waren. *Meyer* kannte und kennt in der Stärkegruppe nur zwei Körper, die sich mit Jod färben, einmal die Amylose, die sich bläut, abgesehen von der sog. α-Amylose (deren Natur später erörtert werden soll), und dann das Amylodextrin, das sich rot bis braun färbt. Hieraus folgt für ihn, daß alle stärkeartigen Substanzen, welche sich mit Jod rot oder braun färben, Amylodextrin seien, oder doch vorwiegend aus diesem bestehen müssen, und ferner, daß alle Substanzen, welche sich nicht rein blau, sondern violett oder in einem Mischton zwischen blau und braun färben, Gemische von Amylose und Amylodextrin sein müssen. Daß diese Meinung nicht haltbar ist, daß es vielmehr eine größere Anzahl durch eigentümliche Jodfärbung und sonstige Reaktionen charakterisierte stärkeartige Körper giebt, werde ich in der folgenden Abhandlung nachzuweisen suchen. — Da *A. Meyer* auch die vom reinen Blau abweichende Jodfärbung mancher natürlicher Stärkekörner auf eine Beimischung von Amylodextrin zurückzuführen sucht, und im beson-

aus, spricht durchaus dafür, daß es sich um Körner handelt, die den sog. Eindampfungs- und Gefrierungskörnern (s. bei mir 1898, p. 239 ff.) entsprechen. Überdies bemerkt *Jaquelain* selbst, daß sich beim Gefrieren ihrer Lösung „Granules" ausscheiden, die doch, da sie sich neben Lamellen und Fäden fanden, nur Gefrierungskörner, dagegen keine Amylodextrinsphären gewesen sein können.

deren die sich rot bis braun färbenden Körner des sog. Klebreises, des Sorghum und anderer Pflanzen in dieser Weise zu deuten versucht, so lag es für mich nahe, gerade diesen sich abweichend verhaltenden natürlichen Stärkekörnern einige Aufmerksamkeit zu schenken; denn sie sollten ja nach *Meyer*'s Auffassung Erzeugnisse der Pflanze sein, welche in ihrer Zusammensetzung den von mir dargestellten künstlichen Stärkekörnern nahezu entsprechen. Die Klebreiskörner im besonderen, die sich mit Jod keine Spur blau, sondern rot bis braun färben, sollten Mischkrystalle von Amylose und Amylodextrin, nebst einer Beimischung von Dextrin sein; sie müßten also den künstlichen Stärkekörnern sehr nahe kommen. Eigentlich war zwar diese *Meyer*'sche Auffassung der Klebreiskörner von vornherein recht unwahrscheinlich, und auch ihr Vergleich mit den künstlichen Stärkesphären, wie er aus der fast identischen Deutung, welche *A. Meyer* beiden gab, folgte, sehr zweifelhaft. Denn, wie gesagt, färben sich die Klebreiskörner keine Spur blau, sondern rein rot bis braun, quellen dagegen wie gewöhnliche Stärkekörner in heißem Wasser unter Kleisterbildung. Die künstlichen Stärkekörner dagegen färben sich, wenn sie in der schon 1898 geschilderten Weise behandelt werden, rein und so intensiv blau, bis zu völliger Undurchsichtigkeit, wie die gewöhnlichen Stärkekörner; dagegen quellen sie in heißem Wasser wenig und geben keinen Kleister. Ihre Verschiedenheit von den Klebreiskörnern ist daher sehr groß trotz *Meyer*'s fast identischer Auffassung beider.

Ich entschloß mich daher im Sommer 1900 zu einer Prüfung verschiedener Arten gewöhnlicher Stärkekörner und der Klebreiskörner auf den von *Meyer* behaupteten Gehalt an Amylodextrin. Ich beabsichtigte damals nicht, ausgedehntere Untersuchungen über Amylose und amyloseartige Körper vorzunehmen, sondern nur die erwähnte Prüfung auszuführen. Aus diesem Unternehmen, das, wie in solchen Fällen häufig, von dem einen zum anderen führte, erwuchs jedoch langsam eine eingehendere Prüfung verschiedener Umwandlungsprodukte der Amylose. Nachdem ich lange Zeit fast verzweifelte, unter diesen Produkten gewisse, einigermaßen schärfer charakterisierte herauszufinden, gelangte ich schließlich doch zu einem gewissen Einblick, so daß ich im nachfolgenden einige solche Körper beschreiben kann, die sich durch ihre Reaktionen sowohl von der gewöhnlichen Amylose als dem Amylodextrin hinreichend scharf differenzieren. Ich werde mich bei der Schilderung meiner Untersuchungen möglichst kurz zu fassen suchen, soweit dies irgend angeht. Gleichzeitig er-

suche ich, als Nichtchemiker, um eine gewisse Nachsicht, da ich überzeugt bin, daß es dem geschulten Fachmann besser geglückt wäre, in dieses Gebiet einige Klarheit zu bringen.

2. Reaktionen der Amylose, des Amylodextrins und des Gykogens.

Ich beginne meine Darstellung damit, daß ich diejenigen Eigenschaften und Reaktionen der drei genannten Körper, welche zu ihrer Charakterisierung und Wiedererkennung dienen können, zusammenstelle, wobei ich bemerke, daß ich sie sämtlich wiederholt geprüft habe. Angaben über quantitatives Drehungs- und Reduktionsvermögen lasse ich weg, weil ich selbst keine solchen Feststellungen vornahm.

a) Eigenschaften und Reaktionen reiner wässeriger Amyloselösungen.

1. Sind fast nie völlig klar, sondern im auffallenden Lichte stets etwas opalisierend; im durchfallenden etwas gelblich-bräunlich. Beim Erwärmen vermindert sich die Opalescenz erheblich und kehrt beim Erkalten zurück. Sehr sorgfältig durch einen Pfropf von Filtrierpapier oder durch ein Thonkölbchen filtrierte schwache Amyloselösungen sind jedoch ganz wasserklar. — Die früheren Autoren und *Bütschli* (98, p. 229)[1].

2. Bei längerem Stehen scheiden auch sterilisierte und im zugeschmolzenen Rohr eingeschlossene Lösungen allmählich äusserst feingerinnselige, feste Amylose aus. — *Guérin-Varry* (34, p. 236), *W. Nägeli* (74, p. 45), *A. Meyer* (95, p. 17), *Bütschli* (98, p. 233).

3. Bei der Filtration der Lösungen durch Thonzellen geht stets ein erheblicher Teil der gelösten Amylose durch. Die filtrierte Lösung ist zuweilen ganz wasserklar. — *Bütschli* (98, p. 230).

4. Beim Eindampfen auf dem Wasserbad bildet sich auf der Oberfläche der Lösung eine Haut und darunter ein Aggregat kleiner wabig strukturierter Körner der Amylose (Eindampfungskörner).

1) Ich hebe hervor, daß sich bei *W. Nägeli* (74, p. 106 f.) eine sehr sorgfältige Zusammenstellung der Litteratur bis 1874 findet mit gleichzeitiger kurzer Angabe der wesentlichsten Fortschritte der einzelnen Arbeiten. Eine Zusammenstellung der älteren Litteratur bis zum Jahre 1836 gab *Poggendorf* (Ann. d. Physik und Chemie Bd. 37, p. 157).

Dieselben sind nicht oder doch nur sehr schwach doppelbrechend. Rein blaue Jodreaktion. In kaltem Wasser kaum löslich. Eine durch Eindampfen konzentrierte Lösung gelatiniert allmählich in der Kälte. — *Jaquelain* (40 p. 174 ff.), *Musculus* (75), *Bütschli* (93, 98, p. 230, 239, 245), *A. Meyer* (95).

5. Beim Gefrieren scheidet die Lösung einen grossen Teil der Amylose aus; und zwar z. T. in Form ähnlicher Körner, wie sie unter 4. beschrieben wurden, daneben jedoch noch in Gestalt von Fäden und Lamellen. Alle diese Ausfrierungsprodukte besitzen eine feine globulitisch-wabige Struktur. Sie bleiben, da im kalten Wasser kaum löslich, beim Aufthauen zurück. Die Lamellen sind stets deutlich schwach doppelbrechend. — *Payen* (36, p. 357, 38, p. 87), *Reinsch* (65), *W. Nägeli* (74, p. 13, 26, 46), *Musculus* (75), *A. Meyer* (95, p. 17), *Bütschli* (93, 98, p. 236, 242).

6. Wird die Lösung bei gewöhnlicher Temperatur oder bei 100° eingetrocknet, so bleibt ein glasiger, bei stärkerem Trocknen zersprungener Rückstand. Mikroskopisch zeigt er eine feine globulitisch-wabige Struktur. In kaltem Wasser sehr wenig löslich, jedoch stark aufquellend und dabei weiß und opak werdend. Nach wiederholter Behandlung mit kaltem und kochendem Wasser bleibt schließlich ein Produkt, das in Wasser von 40° nicht mehr erkennbar löslich ist. Von kochendem Wasser dagegen wird es stets mehr oder weniger gelöst. Der Grad der Unlöslichkeit wird jedenfalls durch die Art und Länge der Trocknung beeinflußt. — *Guibourt* (29), *Guérin-Varry* (34, p. 235), *Payen* und *Persoz* (34, p. 334 ff.)[1]), *Maschke* (52, p. 406), *Flückiger* (61), *Musculus* (75), *Bütschli* (93, 98, p. 235).

Wird die bei 100° getrocknete, in kaltem Wasser sehr wenig lösliche und ganz harte Amylose in einen dampfgesättigten Raum gestellt, so ist sie nach 12—24 Std. sichtlich erweicht worden, so daß sie der Nadel leicht nachgiebt. Bei Zusatz von kaltem Wasser löst sie sich jedoch nicht.

7. Beim Eintrocknen der Lösung, die etwa mit dem gleichen Volum neutraler Gelatinelösung vermischt ist (bei einer Temperatur von ca. 50°), wird die größte Menge der Amylose in Form von schönen Sphärokrystallen ausgeschieden. Dieselben sind in kaltem und kochendem Wasser wenig löslich und stark positiv doppelbrechend. Trockene Sphären zeigen in Wasser ca. 40% lineare Aufquellung,

[1]) *Payen* u. *Persoz* entwickelten hier im Jahre 1834 im allgemeinen schon ziemlich genau die gleichen Anschauungen über die Natur der Stärkelösungen, welche später 1895 von *A. Meyer* wieder aufgestellt wurden.

dagegen keine Lösungsquellung oder Verkleisterung in kochendem Wasser. Dagegen wird diese hervorgerufen durch Alkalien, Säuren und konzentrierte Lösungen von Chlorcalcium oder Chloralhydrat. Jodfärbung zuerst blau, dann blauviolett bis schwarzblau, oder rotviolett bis braunviolett; erhitzt, werden die jodgefärbten Körner alle tief berlinerblau, ebenso auf Zusatz von Schwefelsäure. Längere Behandlung mit Jodjodkaliumlösung bewirkt, daß die so behandelten und von Jod befreiten Körner nun die rein blaue Amylosefärbung mit Jod zeigen. — *Bütschli* (96, 98, p. 249 ff.)

8. Fällung durch Alkohol. Mäßig starke Lösungen (ca. 0,5—1 %) erfordern Zusatz von $^1/_3$—$^1/_2$ des Vol. absol. Alkohols bis eine bleibende Trübung eintritt. Beim Stehen vermehrt sich die Abscheidung ohne weiteren Zusatz von Alkohol sehr bedeutend, so daß reichlicher weißer Bodensatz sich bildet. Derselbe ist stets fest und feingerinnselig, nie zähflüssig tropfig. — Wird nach Eintritt der Trübung erwärmt, so schwindet diese rasch wieder und kehrt beim Abkühlen zurück (*Payen* 1838, p. 174, *Bütschli*). Auch die bei längerem Stehen gebildete starke Amyloseabscheidung ist beim Erwärmen wieder völlig löslich. — Die durch Alkohol gefällte, abfiltrierte Amylose bleibt bei Aufbewahrung unter 70—90% Alkohol in kaltem Wasser dauernd löslich. Bei höherer Temperatur getrocknet, wird sie meist kreideartig, bei niederer z. T. glasig; jetzt ist sie unlöslich oder sehr wenig löslich in kaltem Wasser, quillt jedoch darin stark auf. Beim Kochen mit Wasser geht sie meist leicht in Lösung. — Die unter 70% Alkohol aufbewahrte Amylose ist plastisch, knetbar; in absolutem Alkohol wird sie hart und brüchig. — In trockenem Zustande wird sie in mit Wasserdämpfen gesättigtem Raum etwas weich unter Wasseraufnahme, jedoch nicht zähflüssig. — *Payen* und *Persoz* (34, p. 344 ff.) *Maschke* (54, p. 7), *Béchamp* (56), *Flückiger* (61), *W. Nägeli* (74, p. 39), *Musculus* (78, p. 345).

9) Fällung mit Gerbsäure. Mit 20% Tanninlösung starke Fällung, die sich fast immer sehr klebrig erweist, da sie sich an die Wände festsetzt, oder zähflüssig-tropfiger Niederschlag, der sich beim Stehen auf dem Boden als zähe bräunliche Schmiere ansammelt. Wahrscheinlich wechselt die Beschaffenheit des Niederschlags mit der Temperatur. Beim Erwärmen löst sich der Niederschlag völlig und kehrt beim Erkalten zurück (*Bütschli*). In kaltem Wasser ist er in der Regel nur sehr wenig löslich; in heißem dagegen leicht. Die abgeschiedenen Tropfen gerinnen in 95% Alkohol und werden weiß. Durch wiederholte Behandlung mit Alkohol läßt sich die

Gerbsäure vollständig aus dem Niederschlag entfernen. — *Payen* und *Persoz* (34, p. 348), *Kalinowsky* (45), *Béchamp* (54), *Griessmeyer* (70), *Brücke* (72), *W. Nägeli* (74), *A. Meyer* (95), *Bütschli* (93).

10. Fällung mit Barytwasser. Starke weiße, flockige Fällung, die sich auf Zusatz von etwas Salzsäure wieder löst. Ebensolche Fällung auch mit Kalkwasser (*Payen* und *Persoz*, 34, p. 357, *Béchamp*, 54). Beim Erwärmen löst sich der von Barytwasser hervorgerufene Niederschlag wieder auf ohne jede Spur von Gelbfärbung der Flüssigkeit und kehrt beim Abkühlen zurück, was sich wiederholen läßt (*Bütschli*). Ebenso tritt beim Kochen der Stärkelösungen mit Kali- und Natronlauge keine Gelbfärbung auf (*Bütschli*). *Payen* und *Persoz* (34), *Béchamp* (54), *W. Nägeli* (74), *A. Meyer* (95).

11. Fällung mit Bleiessig wird von den früheren Beobachtern übereinstimmend angegeben (so spez. *Payen* und *Persoz* 34, *W. Nägeli* 74, *A. Meyer* 95). Dies gilt nach meinen Erfahrungen für die durch Kochen mit Wasser bereiteten Amyloselösungen. Auch eine bei 145° bereitete Amyloselösung zeigt die Fällung mit Bleiessig, nur tritt die Abscheidung in ihr etwas langsamer ein als bei der bei 100° bereiteten Lösung (erst nach einigem Stehen). Der weiße feinflockige Niederschlag löst sich beim Erwärmen nicht, sondern ballt sich zu größeren Flocken zusammen, die sich leicht absetzen. Bei Zusatz von wenig Essigsäure wird er dagegen leicht gelöst. Diese Lösung giebt mit Jod starke Amylosereaktion, und bei Zusatz von etwas Schwefelsäure starke Trübung, ist also bleihaltig. Bemerkenswert ist nun, daß weder die mit salpetersaurem Kalk noch die mit Salzsäure bereiteten Amyloselösungen von Bleiessig gefällt werden (auch nicht nach Zusatz von etwas Ammoniak zu dem Bleiessig), sich also in dieser Beziehung und zwar, soweit bekannt, nur in dieser von der durch Kochen bereiteten Amyloselösung unterscheiden. — *Payen und Persoz* (34, p. 357), *Delffs* (60), *W. Nägeli* (74, p. 40, starke Trübung), *A. Meyer* 95, p. 23).

12. Fällung durch salzsäurehaltige Lösung von Phosphorwolframsäure (*Mörner* und *Sjöqvist*, 91). Bezieht sich auf sog. *Zulkowsky*'sche lösliche Stärke, die keine reine Amyloselösung ist, sondern Amylodextrin und Dextrin enthält.

13. Keine Fällung durch Lösungen von Chlorbaryum, Kupfersulfat, Eisenchlorid und verschiedene Salze (*Payen* und *Persoz* 34, p. 357), salpetersaurem Quecksilberoxyd (*Delffs*, 64), salpetersaurem Quecksilberoxydul (*W. Nägeli*, 74), Goldchlorid, Eisenchlorid (*Delffs*, 64). Ebenso nicht durch Sättigen der Lösung mit Chlornatrium (*Mohr*, 60), Jod-

kalium, Chlorammonium, Kali oder -Natriumsulfat, essigsaures Natrium, Chlorcalcium, jedenfalls auch Calciumnitrat und zahlreiche andere Salze (*W. Nägeli*, 74, *Bütschli*, 98 p. 392), denn wohl alle diese Salze wirken in konzentrierter Lösung lösend auf Amylose (sicher nachgewiesen ist dies für Jodkalium, Chlorcalcium, Calciumnitrat und Zinkchlorid.) — *Flückiger* (61), *Kabsch* (62), *Meyer* (95), *Bütschli*.

Keine Fällung durch Mineralsäuren und Alkalien, da diese lösend auf wasserunlösliche Amylose wirken; auch nicht durch Phosphorsäure und Glycerin. (*Bütschli*, 98 p. 392.)

14. Jodreaktion. Am sichersten zu prüfen durch Schütteln mit einem gewaschenen Jodkrystall oder durch Zusatz reinen, eventuell in Platingefäßen bereiteten Jodwassers. Rein berlinerblaue Farbe. Bei sehr verdünnter Lösung und Überschuß von Jod wird die Farbe schön und rein grün (Mischfarbe von blau mit gelber Jodfarbe). Ausfällung von blauer Jodstärke tritt nicht auf. Soweit bekannt, hat die Amylose das stärkste Aufnahmevermögen für Jod; in Gemischen färbt sich daher bei vorsichtigem Jodzusatz stets zunächst die Stärke allein. Beeinflussung der Jodfarbe durch Beimischungen: Jodkalium, Jodwasserstoff, Jodammonium und Jodmagnesium sowie Alkohol in hinreichender Menge verändern die Farbe nach rotviolett und rot. In der Lösung läßt sich dies nur wahrnehmen, wenn dieselbe sehr verdünnt, so daß die obengenannten, die Jodstärke fällenden Stoffe dies nicht oder doch nur langsam thun. Die ausgefällte Jodstärke besitzt bei hinreichendem Überschuß dieser Stoffe ebenfalls die abweichende Farbe. — *C. Nägeli* (58, 62—63), *W. Nägeli* (74, p. 55 ff).

15. Fällungsmittel der mit Jod versetzten Lösung. Säuren (Schwefel-, Salz-, Salpeter-, Phosphor-, Oxal- und Essigsäure.) Fast alle Salze, auch die, welche Amylose stark lösen, so vor allem Jodkalium (zuerst *Maschke* 52), doch auch Chlornatrium, -Kalium, -Ammonium, -Baryum und -Calcium; die Sulfate von Kalium, Natrium, Calcium, Magnesium, Aluminium, Ferrium, Kupfer; Natriumkarbonat und -Acetat, Ammoniumoxalat, Kaliumchromat, Nickelnitrat. Bei vorsichtiger Anwendung gelingt es, die Jodamylose so auszufällen, daß die Flüssigkeit darüber reine Jodfarbe zeigt. Weiterhin fällen: Alkohol, Glycerin, 10% Gelatinelösung (*Bütschli*), Fischleim und Tierkohle (*Payen* und *Persoz* 34), Thonerdehydrat, frisch gefällter phosphorsaurer Kalk (*Payen* und *Persoz*); ferner friert die Jodstärke aus (nach *Payen* 38 soll die Ausscheidung schon bei 0° eintreten). — *Payen* und *Persoz* (33, p. 86, 34, p. 351), *Fritzsche* (34, p. 155), *Maschke* (52),

Brücke (72, Na_2SO_4), *W. Nägeli* (74, p. 54), *Bütschli* (98, p. 389 und 392).

16. Bei Erhitzen der Lösung mit Natronlauge und Kupfersulfat keine Reduktion.

b) Eigenschaften und Reaktionen des Amylodextrins (sog. lösliche Stärke, *Musculus* 1870 und später).

1. In der Regel deutlich sphärokrystallinisch in Form von kugeligen kleinen Sphäriten oder Sphärenscheiben; seltener kleine nadelartige oder wetzsteinförmige Krystalle. — Die Sphäriten- und Sphärenscheiben positiv doppelbrechend mit orthogonalem oder diagonalem Kreuz. — *Musculus* (70, 74, 79), *Musculus* und *Gruber* (77, 78), *Musculus* und *Meyer* (80), *W. Nägeli* (74), *A. Meyer* (86, 95), *Bütschli* (98).

2. Löslichkeit in Wasser. Im krystallisiertem Zustande sehr wenig löslich in kaltem Wasser, beim Zerreiben mit Wasser etwas mehr (*W. Nägeli*). In warmem Wasser allmählich leichter, in kochendem in sehr großer Menge löslich. Die Lösung vollständig wasserklar. — Sehr konzentrierte Lösungen scheiden beim Stehen allmählich reichlich körniges, festes Am. aus. — (S. die ob. Citate).

3. Löslichkeit in Alkohol. – Noch in kochendem 75 % Alkohol merklich, wenn auch wenig löslich. — *A. Meyer* (95, p. 33, 50 % Alkohol), *Bütschli* (98, p 296 ff.).

4. Fällung der wässerigen Lösung mit Alkohol. Hinreichender Zusatz von abs. Alkohol bewirkt Trübung und schließlich fein globulitisch-gerinnselige Ausfällung. — Die eben getrübte Lösung wird beim Erwärmen nicht wieder klar (*Bütschli*); frisch durch viel Alkohol rasch gefälltes Amylodextrin ist in kaltem Wasser leicht löslich, weshalb auch die getrübte Lösung durch Zusatz von sehr wenig Wasser wieder klar wird (*W. Nägeli* 74, p. 39, *Bütschli*). Bei langsamer Fällung der Lösung durch Überschichten mit starkem Alkohol scheidet sich krystallinisches, in kaltem Wasser schwerlösliches Amylodextrin aus.

5. In kalter Lösung von Jodkalium ist das A. viel löslicher als in kaltem Wasser (*A. Meyer* 95, *Bütschli*). Ebenso gilt dies nach *A. Meyer* (98, p. 33) auch für die übrigen Salze, welche Amylose lösen (s. oben p. 428). Dextrinzusatz dagegen befördert die Lösung der A. nicht (*A. Meyer* 98, p. 33, *Bütschli*, im Gegensatz zu *W. Nägeli* 74, p. 73, der dies behauptet).

6. Im dampfgesättigten Raum aufgestellt zerfließt es nicht.

7. Die Lösung wird nicht gefällt durch Lösungen von Gerbsäure, Bleiessig und salpetersaurem Quecksilberoxydul. — *W. Nägeli* (74), *A. Meyer* (95), *Bütschli*.

8. Barytwasser fällt die nicht zu verdünnte Lösung reichlich, jedoch entschieden langsamer als Amyloselösung. (*W. Nägeli* 74, *A. Meyer* 95, *Bütschli*). Beim Erwärmen wird der Niederschlag nicht oder doch nur wenig gelöst und die Flüssigkeit schön schwefelgelb (*Bütschli*). Ebenso wird die mit Kali- oder Natronlauge versetzte Lösung beim Kochen schwefelgelb (*W. Nägeli* 74, p. 80, *Bütschli*). Nach *Mörner* und *Sjöqrist* (91) durch salzsäurehaltige Lösung von Phosphorwolframsäure gefällt. (Ob das verwandte Amylod. völlig rein war, scheint nicht ganz sicher.)

9. Mit Kupfersulfat und Natronlauge erhitzt schwache Reduktion.

10. Verhalten zu Jod. Die feste krystallinische Substanz färbt sich mit Jodwasser oder schwacher Jodtinktur fast nicht, höchstens schwach gelb. Mit Jodkrystall in Wasser unter Deckglas tritt dagegen ziemlich intensive und reine Braunfärbung der Sphären in der Nähe des Jods auf. Trocken unter dem Deckglas mit reiner Jodjodkaliumlösung (*Meyer*'scher Lösung)[1] behandelt, färben sich die Sphären schön braun, hie und da werden jedoch einzelne Sphären allmählich im Innern blau. Nach 1—2 Stunden ist alles Amylod. unter dem Einfluß der Jodkaliumlösung zu brauner Flüssigkeit gelöst. Trockene Substanz, die den Dämpfen eines Jodkrystalls unter dem Deckglas ausgesetzt ist, wird rein braun. Kondensation von Wasserdämpfen an der braun gefärbten Substanz bewirkt jedoch sofort intensive Bläuung und Auftreten von blauer Masse um die Sphären. In gleicher Weise wirken auch Jodjodkaliumlösung oder Chlorzinkjodlösung auf die Sphären ein, wenn diese Flüssigkeiten in sehr geringer Menge zwischen den Sphären vorkriechen; auch durch vorsichtige Behandlung der mit schwacher Jodlösung gefärbten Sphären mit 50% Schwefelsäure gelingt es zuweilen, blaue Masse in den Sphären zu erzeugen. Diese Besonderheiten erklären sich aus dem Verhalten der Amylodextrinlösung zu Jod etc.

Bringt man etwas festes Amylodextrin in eine konzentrierte Lösung von Chlorkalium und setzt einen Jodkrystall zu, so tritt gar keine Braunfärbung der Sphären auf; vielmehr bildet sich eine mäßige

[1] Die *Meyer*'sche Lösung, wie ich sie bezeichnen will, enthält auf 100 ccm 0,5 Jodkalium und 1 Jod.

Menge tiefblauen Gerinnsels in der Lösung, als Zeichen, daß etwas Amylodextrin in Lösung geht, und die Sphären färben sich allmählich ganz tief und undurchsichtig berlinerblau. Diese Bläuung trat bei allen Sphären zuerst im Centrum auf und schritt allmählich gegen die Oberfläche fort. Dies hing wahrscheinlich damit zusammen, daß die Sphären meist eine centrale Höhle besassen. In 24 h. ist alles völlig und durch und durch tief berlinerblau geworden; auch hat sich das blaue Gerinnsel sichtlich vermehrt (B.).

Es dürfte wohl keinem Zweifel unterliegen, daß diese Reaktion mit allen den stärkeartigen Substanzen gelingt, welche aus ihrer jodierten Lösung durch Chlorkalium blau gefällt werden.

Die Lösung. Mäßig konzentrierte Lösungen färben sich beim Schütteln mit gewaschenem Jodkrystall, resp. bei Einbringen eines Jodkrystalls in einen Tropfen der Lösung auf der Porzellanplatte von Anfang an rein braun (kastanienbraun). Ebenso rein braune Farbe mit Jodjodkaliumlösung.

Eine ganz konzentrierte Lösung, die so gesättigt war, daß sie über Nacht vollständig erstarrte, ergab bei Zufügen eines Tropfens *Meyer*'scher Lösung am Rande des auf dem Porzellandeckel befindlichen Tropfens reine und tiefe Braunfärbung. Wurde dagegen in einen Tropfen dieser Lösung ein Jodkrystall gegeben, so trat um diesen nicht braune Färbung, wie bei verdünnter Lösung, sondern intensive Blaufärbung auf, welche durch braun-violett und rötlich in den farblosen Randteil des Tropfens überging. Bald tritt in dem Tropfen blaues Gerinnsel auf[1]) und schließlich trocknet er blau ein. (Daß eine konzentrierte Lösung von Amylodextrin sich mit Jod bläut, im Gegensatz zu der verdünnten, behaupteten seinerzeit *Musculus* und *Meyer* 80, *Musculus* 83, *Meyer* 86; dagegen scheint *Meyer* später 95 diese Angabe für unrichtig zu halten).

Die mit Jod versetzte Lösung trocknet stets zu blauem Rückstand ein, der sich in Wasser zu rötlicher Lösung mit blauem Gerinnsel löst; beim Erwärmen tritt völlige Lösung mit schwach bräunlicher oder mangelnder Farbe ein, die auf Zusatz von Jodkrystall wieder die rein braune Amylodextrinfärbung zeigt.

Mit Jod gebräunte Lösung wird bei Zusatz von etwas Jodkalium viel lichter gelbbraun und giebt auch bei tagelangem Stehen keine

[1]) Die Blaufärbung der konzentrierten Lösung muß demnach wohl darauf beruhen, daß das Jodamylodextrin etwas weniger löslich ist als das Amylodextrin und sich daher als blaues festes Jodamylodextrin abscheidet.

Fällung. Ähnlich wirkt nach *W. Nägeli* jedenfalls auch Jodwasserstoffsäure (74, p. 68).

Die früheren Beobachter, insbesondere *Musculus*, *W. Nägeli* (74), *A. Meyer* (86) beschrieben die Jodfärbung der Amylodextrinlösung im allgemeinen als rot, *Brown* und *Morris* (85) und später *Meyer* (95, p. 35 ff.) gaben dagegen die Jodfarbe der Lösung als rotbraun an. Ich selbst finde, daß die Lösung des von mir dargestellten Amylodextrins, das sämtlich durch Ausziehen mit 60—75% Alkohol aus den mit Säuren behandelten Stärkekörnern bereitet war, sich stets noch reiner braun färbt, wie gesagt kastanienbraun. Da wir nun später zwei Umwandlungsprodukte der Stärke kennen lernen werden, die sich durch intensiv purpurrote Jodfarbe der Lösung auszeichnen, so ist es sehr wahrscheinlich, daß die rote, vielleicht auch die rotbraune Jodfarbe, welche der Amylodextrinlösung seither zugeschrieben wurde, auf einer geringen Beimischung der letzterwähnten Körper beruhte.

Mit Jod gesättigte Lösungen werden im allgemeinen durch diejenigen Säuren und Salze blau ausgefällt, welche die Jodamylose aus ihren Lösungen fällen, so durch Schwefelsäure, Salzsäure, Phosphorsäure, Chlornatrium, Chlorkalium, Chloraminonium, Chlorcalcium, schwefelsaure Magnesia, schwefelsaure Thonerde, essigsaures Natron (*Musculus* 74, *W. Nägeli* 74, p. 65, *Meyer* 98, p. 37, *Bütschli* 98, p. 389). Sind die Lösungen sehr verdünnt, so färben sie sich zunächst blau und der Niederschlag tritt erst nach längerer Zeit auf. Die Ausfällung durch Salze erfordert möglichste Sättigung der Lösung mit diesen; bei den Säuren dürfte etwa 10% Gehalt an Säure genügen. — Dieselbe Ausfällung von blauem Jodamylodextrin tritt auch auf, wenn man in die mit den betreffenden Säuren oder Salzen versetzte Lösung festes Jod giebt und stehen läßt. Glycerin- oder Gelatinelösung bewirken keine Ausfällung der jodierten Lösung.

Eine mit Alkohol bis gerade vor Eintritt der Trübung versetzte schwache Lösung wird durch Zusatz von etwas *Meyer*'scher Jodlösung gar nicht mehr gebräunt, sondern rein gelb gefärbt. Nach einigen Stunden entsteht bräunlicher Niederschlag. Eine konzentrierte Lösung mit *Meyer*'scher Lösung bis zur tiefsten Bräunung versetzt, giebt bei Zusatz von Alkohol braunes bis rostbraun gefärbtes Gerinnsel, je nach der Konzentration der Lösung und dem Jodgehalt (*W. Nägeli* 74, p. 67, *Bütschli*).

Das durch Säurezusatz blau ausgefällte Jodamylodextrin nimmt abfiltriert und mit 90% Alkohol gewaschen sofort rostbraune Farbe

an. Bei Behandlung mit kaltem Wasser wird es wieder sofort blau und geht als blauviolette Lösung durchs Filter. Wird diese Lösung erwärmt, so wird sie rein braun und nach der Vertreibung des Jods durch Kochen zeigt sie die Reaktionen reinen Amylodextrins, das sich durch Alkoholfällung wieder gewinnen läßt.

Wird braune Jodamylodextrinlösung mit etwas Stärkemehl geschüttelt, so wird sie völlig entfärbt, indem die Stärke ihr alles Jod entzieht (*W. Nägeli* 74, p. 67). Ebenso vermag Amylodextrinlösung der getrockneten wie der feuchten Jodstärke kein Jod zu entziehen, sie bleibt daher bei Zusatz von Jodstärke ganz ungefärbt *(Bütschli)*.

11. Beim Gefrieren der nicht zu verdünnten Lösung scheidet sich das Amylodextrin größtenteils krystallinisch in Form von Sphärenscheibchen aus und löst sich beim Auftauen nicht wieder. Aus mit Jod tiefbraun gefärbten Lösungen scheidet es sich beim Gefrieren farblos oder nahezu farblos, vor allem nicht blau aus. — (*W. Nägeli* 74, p. 14, p. 67, *Bütschli.*)

c) Jodreaktion von Lösungen, die Amylose und Amylodextrin enthalten.

Da Amylose dem Jodamylodextrin das Jod entzieht, so färbt sich in gemischten Lösungen bei vorsichtigem Jodzusatz stets die Amylose zuerst rein blau. Enthält die Lösung relativ viel Amylose, also etwa gleiche Teile von dieser und Amylodextrin, so überwiegt die intensiv blaue Farbe der Jodamylose so sehr, daß auch bei viel Jodzusatz keine sehr scharf hervortretende Veränderung der Farbe eintritt. Bei starkem Jodzusatz verändert sich das reine Blau gegen Schwarzblau oder Stahlblau; bei sehr starker Verdünnung der Lösung geht die rein blaue Farbe durch schmutziges Schwarzblau in schmutzig Bräunlichgrün über, das sich von dem reinen Grün, welches eine reine Amyloselösung unter denselben Bedingungen zeigt, namentlich bei direktem Vergleich gut unterscheiden läßt. Bei stärkerem Gehalt an Amylodextrin tritt in sehr verdünnter Lösung die braune Amylodextrinfärbung bei hinreichendem Jodzusatz deutlich hervor. Die Farbenskala verläuft dann bei vorsichtigem Jodzusatz von reinem Berlinerblau durch Blauviolett, Rötlichviolett, Bräunlichviolett in Schmutzigbraun, variiert aber natürlich mit dem Gehalt an Amylodextrin. Reine oder entschieden rote Färbungen treten bei Anwendung reinen, sich nur braunfärbenden Amylodextrins nicht auf.

Wird aus einer solchen mit Jod gesättigten Lösung die Jodamylose durch Zusatz von etwas Jodkalium ausgefällt, so erscheint

die Flüssigkeit über dem stets rein blauen Niederschlag mehr oder weniger braungelb durch das in der Lösung gebliebene Jodamylodextrin. Um dies zu erkennen, darf jedoch die Lösung nicht zu verdünnt sein.

d. Trennung von Amylose und Amylodextrin.

Eine Trennung dieser nahe verwandten Körper liesse sich auf Grund der mitgeteilten Reaktionen in verschiedener Weise versuchen. —

Wenn feste Substanz vorliegt:

1. Durch wiederholtes Auskochen mit ansehnlichen Mengen 65 bis 75% Alkohols, wobei nur Spuren von Amylose, dagegen erhebliche Quantitäten von Amylodextrin in Lösung gehen. Vorheriges längeres Trocknen der Substanz bei 100° wäre zu empfehlen, damit die Amylose möglichst unlöslich wird. — Wie weiter unten mitgeteilt werden wird, habe ich dies Verfahren für den Nachweis von Amylodextrin in Stärkekörnern zu verwenden gesucht, speziell für die sog. Klebreisstärke, deren Rotfärbung mit Jod *A. Meyer* durch einen Gehalt an Amylodextrin zu erklären sucht. Da ich dabei kein Amylodextrin nachzuweisen vermochte, so wurden zwei Kontrollversuche gemacht. a) zu einer ansehnlichen Menge schon einmal mit 65% Alkohol ausgekochten, pulverisierten Klebreis wurde eine kleine Messerspitze Amylodextrin gegeben. b) Ebensoviel Amylodextrin wurde in etwas Wasser gelöst und darin einige Gramm pulverisierter Klebreis eine Stunde gequellt. Darauf wurde die überschüssige Flüssigkeit abgegossen und der Klebreis getrocknet. (a) wurde hierauf mit 500 ccm, (b) mit 100 ccm 65% Alkohol vier Stunden ausgekocht, filtriert, die alkohol. Lösung auf dem Wasserbad zur Trockne gebracht; der Rückstand mit 90% Alkohol gewaschen, wieder getrocknet und darauf mit sehr wenig Wasser kochend ausgezogen. Bei beiden Versuchen ergab die Jodfarbe dieses Auszuges reine und intensiv braune Färbung und bei Sättigung mit Chlorkalium reichliche blaue Ausfällung, also sicheren Nachweis von Amylodextrin, ohne erkennbare Spur von Amylose.

2. Da bei 100° stark getrocknete Amylose in Wasser sehr wenig löslich ist, Amylodextrin dagegen leicht, so muß sich durch öfter wiederholtes Ausziehen mit Wasser von 40—50° trockene pulverisierte Amylose von Amylodextrin befreien lassen. Dieses Verfahren wurde, wie weiter unten beschrieben wird, auf die sogenannten künstlichen Stärkekörner angewendet. Hierbei ist es natürlich nicht

möglich reines Amylodextrin zu erhalten, da wohl stets etwas Amylose in die wässerige Lösung gehen wird.

3. In der Lösung könnte man versuchen, die Amylose durch Überführung in Jodamylose und Ausfällung derselben durch Zusatz von Jodkalium von dem Jod-Amylodextrin, welches von Jodkalium nicht gefällt wird, zu trennen. Dieser Versuch wurde zweimal mit einer schwachen Lösung, die ungefähr gleiche Teile von Amylose und Amylodextrin enthielt, vorgenommen. Die gefällte Jodamylose wurde auf dem Filter zuerst mit schwacher Jodkaliumlösung, darauf mit 75 % Alkohol ausgewaschen, dann durch Kochen in etwas Wasser gelöst und das Jod durch anhaltendes Kochen vertrieben. Die Lösung ergab bei der Jodprüfung keine rein blaue Farbe, sondern war von Anfang an violett, bei viel Jodzusatz blauviolett. — Auch ein dritter Versuch, bei welchem die jodierte Lösung zunächst mit etwas Arrowrootstärke geschüttelt wurde, um dem Jodamylodextrin das Jod zu entziehen, ergab bei der Ausfällung mit Jodkalium das gleiche Resultat. — Es scheint daher nicht möglich, auf diesem Wege die Amylose vollständig von Amylodextrin zu befreien. Warum dies so ist, bedarf weiterer Aufklärung.

4. Da Amylose durch Gerbsäure gefällt wird, Amylodextrinlösung dagegen nicht, so wäre auch auf diesem Wege eine Trennung möglich. Ein Versuch mit einer Lösung, die aus gleichen Teilen schwacher Amylose- und Amylodextrinlösung gemischt war, ergab folgendes. Die Lösung wurde mit 20 % Tanninlösung gefällt, bis weiterer Zusatz keine Abscheidung mehr ergab. Nach Abgießen der Flüssigkeit von dem fest am Glase haftenden Niederschlag, wurde letzterer mehrfach mit 75 % Alkohol gewaschen und dann durch Erwärmen in Wasser gelöst. — Die Prüfung der Lösung mit Jod ergab reine und intensiv blaue Färbung, die, wenn man die Lösung sehr verdünnte, bei Jodüberschuß bräunlich grün wurde, wenn konzentrierter eine Spur violett[1]). Es konnte daher Amylodextrin höchstens in Spuren darin sein. — Die von dem Gerbsäureniederschlag abgegossene Lösung wurde nach starker Einengung mit Alkohol gefällt. Die Fällung ergab nach dem Lösen in Wasser bei der Prüfung mit Jod, und mit Jod und

[1]) Es ist zu bemerken, daß zu diesem Trennungsversuch lösliche Amylose verwendet wurde, die mit konzentrierter Salzsäure (s. p. 441) dargestellt war. Diese Amylose ist nun, wie die genaue Prüfung ergab, nicht vollkommen frei von Umwandlungsprodukten, enthält vielmehr solche, die durch Gerbsäure fällbar sind, so daß hierauf aller Wahrscheinlichkeit nach auch das obige Resultat beruht.

Chlorkalium, ganz reine Amylodextrinreaktion ohne nachweisbare Spur von Amylose.

Es scheint hiernach, daß die Trennung auf diesem Wege genügend durchführbar ist.

5. Da Jodamylose in Jodkaliumlösung ganz unlöslich ist, während sich Jodamylodextrinlösung darin verhältnismäßig leicht löst, so ließe sich auch eventuell auf diese Weise eine Trennung erzielen. Es wäre also die trockene Substanz mehrfach mit Jodjodkaliumlösung, unter Zusatz von etwas festem Jod, auszuziehen. Versucht habe ich dieses Verfahren bis jetzt nicht.

e) Einfluß einer Dextrinbeimischung auf die Reaktionen der Amylose und des Amylodextrins.

Da die Möglichkeit, ja Wahrscheinlichkeit vorliegt, daß eine erhebliche Beimischung von Dextrin die Reaktionen der Amylose und ihrer Umwandlungsprodukte wesentlich beeinflußt, so bedarf es einer direkten Prüfung, inwiefern dies der Fall ist.

Zu diesem Zweck habe ich eine 10% Lösung des von mir dargestellten Dextrins III (s. weiter unten) bereitet und derselben mäßige Quantitäten von Amylose, Amylodextrin und eines später zu besprechenden Körpers, Amylorubin (s. hinten), der ähnlich wie Amylodextrin ausfriert, beigemischt. Bei allen drei Körpern ergab sich, daß durch diesen Dextringehalt der Lösung das Vermögen auszufrieren völlig aufgehoben wird. Dagegen waren die sonstigen Reaktionen gar nicht beeinträchtigt, auch nicht, als in der Lösung noch eine weitere ansehnliche Quantität Dextrin gelöst wurde. So zeigte vor allem die Stärkelösung, wie sonst, die Ausfällung mit Jod und Jodkalium, die Amylodextrinlösung die blaue Ausfällung mit Jod und Chlorkalium. Ebenso waren die Reaktionen mit Gerbsäure und Barytwasser die gleichen wie in den dextrinfreien Lösungen. Auch frühere Versuche in ähnlicher Richtung hatten das Gleiche ergeben. Daß jedoch sehr starker Gehalt an Dextrin auch die Ausfällbarkeit durch Gerbsäure modifiziert, erfuhr ich bei der Untersuchung eines käuflichen Dextrins (s. unten Dextrin 2 von *Merck*, p. 470), dessen 40% Lösung von Gerbsäure nicht gefällt wurde, während in der auf ca. 10—20% verdünnten Lösung ziemlich reichlicher Niederschlag entstand.

f) Reaktionen des Glykogens.

Des Vergleichs wegen erschien es nicht unwichtig, die Reaktionen von Glykogen in ähnlicher Weise zu prüfen wie die der verwandten

Körper. Zu Gebote stand mir ein Glykogen aus Froschleber (a), eines aus Rindsleber (b) und ferner ein sog. Glykogendextrin, welche ich sämtlich dem hiesigen physiologischen Institut verdanke. Die beiden Glykogene a und b zeigten folgende ganz übereinstimmende Reaktionen und Eigenschaften:

1. In kaltem Wasser mäßig, in warmem leicht löslich (b aus Rindsleber ist in kaltem Wasser allmählich in sehr erheblicher Menge löslich). Die Lösung zeigt die bekannte starke Opalescenz. Die allmähliche Auflösung der Glykogenpartikel erfolgt gerade so wie bei der in Wasser löslichen Amylose, indem die Stückchen zuerst an den Rändern glasig werden und darauf allmählich abschmelzen.

2. In dampfgesättigter Atmosphäre werden die Stückchen (a) oder das Pulver (b) in 12 Stunden weich und klebrig-schmierig, ohne jedoch zu zerfließen. Wurde hierauf mit 50% Alkohol behandelt, so ging in 12 Stunden fast alles in Lösung. Da die Möglichkeit vorlag, daß diese teilweise Zerfließlichkeit des Glykogens auf einem Gehalt an Dextrin beruhe, so wurde eine Probe des Glykogens aus Rindsleber aus der Lösung mit 20% Gerbsäure gefällt; der Niederschlag gut mit 75% Alkohol ausgewaschen, darauf wieder in Wasser gelöst und nochmals mit Alkohol gefällt. Diese getrocknete Substanz erwies sich über Wasser gestellt eher noch zerfließlicher als das ursprüngliche Glykogen. Ihre Reaktionen waren im übrigen unverändert. Aus diesem Ergebnis dürfte zu entnehmen sein, daß die Zerfließlichkeit nicht von einem Gehalt an Dextrin herrührt, sondern dem Glykogen selbst eigen ist.

3. In 50% Alkohol löste sich sehr wenig. Der trockene Rückstand der Lösung zerfloß über Wasser gestellt in 24 Stunden und seine Lösung färbte sich mit Jod nur sehr schwach braun und gab bei Zusatz von 2 Vol. *Meyer*'scher Jodjodkaliumlösung und Sättigung mit Chlorkalium nach mehrtägigem Stehen nur eine Spur von brauner Fällung. Mit Gerbsäure keine Fällung. Das von den 50% Alkohol gelöste ist daher im wesentlichen Dextrin.

4. Die Lösung wird mit Jod von Anfang an rein braun und bleibt so bei starkem Jodzusatz (tief kastanienbraun). Wird die jodierte Lösung darauf mit Chlorkalium gesättigt, so wird die Farbe deutlich mehr rotbraun, doch erfolgt keine Fällung. Nach 48 h. fand sich jedoch auf dem Boden des Röhrchens ein wenig braunes Gerinnsel. Wird zu der jodierten Lösung etwas Jodkalium gegeben, so wird die Farbe viel gelber, Ausfällung tritt nicht auf; ebensowenig mit Mineralsäuren. Wird die Lösung mit dem zweifachen Volum *Meyer*'scher Jodjodkaliumlösung versetzt und dann mit Chlorkalium

gesättigt, so tritt sofort starke Ausfällung von rein rostbraunem Gerinnsel auf. *Brücke* (72, p. 144) hat schon einen ähnlichen Versuch gemacht, indem er die mit Jodjodkaliumlösung versetzte Lösung mit schwefelsaurem Natron sättigte. Er beobachtete dabei keine Fällung, wie dies ja auch unserer Erfahrung entspricht, indem nur bei starkem Überschuß der Jodjodkaliumlösung Fällung auftritt. — Die feste Substanz färbt sich mit Jodkrystall oder Jodjodkalium rein braun; da sie jedoch dabei sehr stark aufquillt und sich allmählich löst, ist dies schwer zu sehen. Dabei ergab sich jedoch, daß nach der Auflösung eine mäßige Menge blau gefärbter feiner Flöckchen verbleibt, also augenscheinlich eine geringe Beimengung von Amylose.

5. Die Lösung friert nicht aus.

6. Mit Alkohol bis zur Trübung versetzt tritt allmählich reichliche flockige, durchaus nicht klebrige Ausfällung auf, die sich auch nach Absetzen rein flockig erhält.

7. Mit 20% Gerbsäure sofort starke Fällung von rein flockiger Beschaffenheit, keine Spur klebrig oder flüssig. Beim Erwärmen schwindet die Fällung vollständig und kehrt beim Erkalten zurück. *Brücke* (72, p. 143) bemerkt, daß Gerbsäure saure Lösungen fälle, neutrale nur bei großem Überschuß von Gerbsäure.

8. Mit Barytwasser sofort sehr starke Fällung (ebenso *Brücke* 72), die beim Erwärmen schwindet und beim Erkalten wiederkehrt. Die Flüssigkeit wird beim Erhitzen bis zum Kochen nicht gelb. Der Niederschlag ist rein flockig, nicht klebrig oder tropfig.

9. Mit Bleiessig nur schwache Vermehrung der Trübe der Lösung, keine Ausfällung. Gewöhnlich wird angegeben, daß Bleiessig die Glykogenlösungen fälle. *Brücke* (72, p. 143) fand nur milchige Trübung, ähnlich meinen Erfahrungen, dagegen reichlichen Niederschlag durch mit Ammoniak versetzten Bleiessig. Ich fand, daß letzterer nicht wesentlich mehr fällte.

10. Beim Erhitzen mit Natronlauge tritt keine Gelbfärbung auf, oder doch höchstens eine kaum erkennbare Spur.

11. Wird die Lösung mit einer erheblichen Quantität Dextrin versetzt, so gelingt die Ausfällung der mit 2 Vol. *Meyer*'scher Jodlösung versetzten Lösung durch Chlorkalium nicht mehr.

3. Herstellung von Amyloselösungen und von in Wasser leicht löslicher Amylose.

Seit der genaueren Beschäftigung mit der Stärke sind eine ganze Anzahl Verfahren zur Bereitung von Amyloselösungen angegeben worden, die teils wirklich reine oder doch annähernd reine Lösungen liefern, teils dagegen unreine, d. h. Lösungen von Gemischen der Amylose mit ihren Umwandlungsprodukten. Es sollen hier zunächst diejenigen Verfahren kurz erörtert werden, die wirklich reine oder doch annähernd reine Amyloselösungen ergeben.

1. Das älteste und am häufigsten geübte Verfahren ist anhaltendes Kochen reiner Stärkekörner mit viel, etwa dem 100fachen Gewicht Wasser. Absetzen der Lösung und möglichst sorgfältiges Filtrieren, was bei Verwendung des Heißwassertrichters mäßig gut geht. Besser ist es, die Lösung mit dem gleichen bis doppelten Volum Wasser zu verdünnen, darauf in einem hohen Cylinder ca. 48 Stunden absitzen zu lassen und nun die klare Lösung abzuheben oder eventuell nochmals zu filtrieren[1]). Die sehr verdünnte Lösung kann dann auf dem Wasserbad konzentriert werden.

Die auf solche Weise durch kurzes Kochen dargestellte, ebenso aber auch die schwachen, nur durch Erwärmen auf 70°, bis zum beginnenden Aufquellen der Stärkekörner, bereiteten Lösungen erwiesen sich, soweit feststellbar, als ganz rein, d. h. sie ergaben in starker Verdünnung bei der Jodprobe vollkommen rein blaue Farbe, die bei Jodüberschuß rein grün wird. Auch veränderten solche Lösungen beim Eindampfen auf dem Wasserbad ihre Jodreaktion gar nicht, so daß hierbei keine spurenweise Umwandlung eintritt. Statt zu kochen, kann man die Stärke mit Wasser im zugeschmolzenen Rohr auf 140—150° etwa $^1/_4$—$^1/_2$ Stunde erhitzen. Zusatz von etwas gepulvertem Calciumcarbonat nach *A. Meyer* wäre zu empfehlen, um eventuelle Wirkung von Säurespuren, die in den Stärkekörner vorhanden sein können, zu neutralisieren. Dieses Verfahren hat den Vorteil, daß die Stärkekörner dabei vollständig in Lösung gehen und das Filtrieren der Lösung keine erheblichen Schwierigkeiten bereitet. Dagegen erwiesen sich aber diese Lösungen bei der Jodprüfung als nicht ganz rein, indem sie in starker Verdünnung bei Jodzusatz eine stahlblaue Farbe und bei Jodüberschuß ein schmutziges

[1]) Ich verwende dazu statt eines gewöhnlichen Filters lieber einen Trichter, dessen Öffnung mit einem feuchtem Pfropf von mäßig eingepreßtem Filtrierpapier verstopft ist.

Bräunlich-grün zeigen, als deutliches Anzeichen, daß schon geringe Mengen von Umwandlungsprodukten anwesend sind.

2. Da sich nachweisen läßt, daß der Beginn der Verkleisterung (Lösungsquellung *A. Meyer*) der Stärkekörner zusammenfällt mit dem ersten Auftreten gelöster Amylose in dem zugegebenen Wasser[1]), so läßt sich daraus schließen, daß Verkleisterung stets von Lösung begleitet ist. Wenn dies so ist, so müssen sich auch die Verkleisterungsverfahren auf kaltem Wege zur Gewinnung von Amyloselösungen verwenden lassen.

Ich habe dieses Verfahren sowohl durch Verkleisterung von Arrowrootstärke mit konzentrierter Jodkaliumlösung (ca. 30% iger) als auch mit sehr konzentrierter Calciumnitratlösung versucht. In beiden Fällen wurde der dicke Kleister mit dem 2—3fachem Volum Wasser verdünnt und 24 Stunden absitzen lassen. Die über dem Bodensatz stehende Flüssigkeit ließ sich jetzt relativ leicht und gut filtrieren. Das Filtrat hatte die charakteristische schwache Opaleszenz der Amyloselösungen. Die Lösungen wurden hierauf mit dem 2—3fachen Volum 96% Alkohol ausgefällt, wobei sich die Amylose bei starkem Umrühren oder Schütteln großflockig, fibrinartig gut absetzt. Die so erhaltene Amylose wurde mehrfach mit 90% Alkohol gewaschen und unter 70% Alkohol aufgehoben.

In beiden Fällen erwies sie sich bei der Jodprobe in sehr verdünnter Lösung recht rein, d. h. die mit salpetersaurem Kalk gewonnene Amylose ergab etwa dieselbe Reaktion wie die bei 145° dargestellte Lösung, war also nicht ganz frei von Umwandlungsprodukten. Für die mit Jodkalium dargestellte Amylose wurde die Reaktion leider nicht so genau geprüft. Frisch gefällt waren beide Amylosen in kaltem Wasser sehr leicht löslich. Die mit Calciumnitrat dargestellte wurde jedoch bald weniger löslich und ist jetzt, nach $^3/_4$ Jahren, in kaltem Wasser wenig, bei Erwärmen leicht und vollkommen löslich. — Diese Kalk-Amylose enthält ein wenig Calcium, wie die Untersuchung der Asche ergab, und sich auch bei der Darstellung künstlicher Stärkesphären mit Gelatine zeigte, indem dabei den Stärkesphären wenige sehr kleine Kalksphären beigemischt waren. Beim Filtrieren einer 1,24% Lösung dieser Kalkamylose durch ein Thoncylinderchen ging eine Lösung durch, welche 0,62% Rückstand ergab, so daß also 50% der Amylose filtriert waren.

[1]) *Bütschli* 1895 (p. 330 Anm). Schon 1838 berichtete *Payen*, wie ich nachträglich fand, daß Kartoffelstärke mit Wasser 5 Minuten auf 54° erhitzt nichts an dasselbe abgiebt, daß dagegen nach $^1/_4$stündigem Erhitzen auf 56—57° das Wasser Jodstärkereaktion zeigt.

Diese Kalk-Amyloselösung ergab, wie oben schon bemerkt, beim Eintrocknen mit dem gleichen Volumen neutralisierter 5% Gelatine, die früher beschriebenen künstlichen Stärkesphären, jedoch nur kleine und wenig schöne.

3. Bereitung von Amyloselösung mit konzentrierter Salzsäure. — Behandelt man trockene Stärke (Arrowroot) mit abgekühlter 36% Salzsäure, indem man das Becherglas in eine Kältemischung aus Eis und Kochsalz stellt, so quillt die Stärke ebenfalls unter Verkleisterung stark auf und wird bei anhaltendem Rühren in verhältnismäßig kurzer Zeit völlig gelöst. Diese Lösung wird mit dem 2—3fachen Volumen Wasser verdünnt, filtriert, was sehr leicht und klar geht, und dann mit dem 3fachen Volumen 96% Alkohol unter starkem Rühren gefällt. Auf dem Filter wurde sie anhaltend mit Alkohol gewaschen, dem zuletzt eine Spur Ammoniak zugesetzt war, bis die saure Reaktion vollständig geschwunden. Das Produkt wurde hierauf unter 75% Alkohol aufgehoben.

Auch dieses Produkt erwies sich bei der Prüfung als ebenso reine Amylose, wie die bei 145° erhaltene, d. h. bei der Jodfärbung sind nur geringe Spuren von Umwandlungsprodukten in der dort angegebenen Weise nachweisbar. Im Gegensatz zu der mit salpetersaurem Calcium bereiteten Amylose blieb dieses Präparat dauernd in kaltem Wasser leicht löslich, wenigstens jetzt schon über 1 Jahr.

Diese Methode der Bereitung einer in Wasser leicht löslichen nahezu reinen Amylose scheint mir daher, neben der Wasserlösung bei 145°, bei weitem die einfachste und schnellste [1]).

Wenn die Jodstärke aus der Lösung dieser Salzsäure-Amylose durch Jodkalium vollständig ausgefällt wurde, so war die Flüssigkeit über dem Niederschlag von blauer Jodstärke bei Überschuß von Jod

---

[1]) Starke Säuren hat schon *Béchamp* (54) zur Darstellung einer löslichen Stärke angewendet. Er behandelte die Stärke teils mit konzentrierter Salpeter-, teils mit konzentrierter Schwefelsäure und fällte die Lösung darauf mit Alkohol. Wenn die Einwirkung der Salpetersäure 48—60 Stunden, die der Schwefelsäure dagegen ½ Stunde gedauert habe, so sei das Präparat im Wasser völlig löslich; bei Salpetersäure wurde dasselbe Resultat auch durch mäßiges Erwärmen erzielt. — Auch durch 3—5stündiges Erhitzen der Stärke mit Eisessig im zugeschmolzenen Rohr auf 100° werde ein in heißem Wasser völlig lösliches Präparat erhalten; die Körner seien sehr wenig durch diese Behandlung geändert. — Im allgemeinen darf wohl als sehr wahrscheinlich bezeichnet werden, daß diese Präparate *Béchamp*'s schon erhebliche Mengen von Umwandlungsprodukten enthalten mußten, die sich mit Jod nicht mehr blau färbten, die aber durch die ansehnliche Menge der vorhandenen Amylose verdeckt wurden.

stets rein gelb, nie braun, wie es bei Gegenwart von Amylodextrin der Fall ist. Um jedoch eventuell vorhandene Spuren von Amylodextrin nachzuweisen, wurden wiederholt Proben dieser Amylose, sowie der mit Calciumnitrat dargestellten, ohne oder nach vorheriger Trocknung, mit entsprechenden Mengen von 60% Alkohol ausgekocht. Die filtrierte Flüssigkeit dann auf dem Wasserbade eingedampft und der minimale Rückstand in ganz wenig Wasser gelöst. Mit Jod geprüft ergab sich schwache Braunfärbung und bei Sättigung mit Chlorkalium blaue Fällung. Dasselbe Resultat wurde auch erzielt, wenn der 60% Alkohol mit etwas Ammoniak schwach alkalisch gemacht war, so daß eine eventuelle Spur von Säure nicht umwandelnd wirken konnte. Aus diesen Erfahrungen ließe sich also schließen, daß die mit Salzsäure dargestellte Amylose Spuren von Amylodextrin enthält, oder wahrscheinlicher eines der Amylose näherstehenden Umwandlungsproduktes, wie z. B. Amyloporphyrin (s. weiter unten). Das gleiche Ergebnis schien auch aus folgendem Versuch hervorzugehen. Aus einem Anteil der Lösung wurde durch Jod und Jodkalium die Jodstärke völlig ausgefällt, das Filtrat hierauf bis zur Trockne auf dem Wasserbad eingedampft und der Rückstand in der Kälte mit viel 75% Alkohol ausgezogen, wobei nur ganz wenig feines Gerinnsel zurückblieb. Dieses wurde, nach wiederholtem Auswaschen mit 75% Alkohol, in etwas kochendem Wasser gelöst, wobei jedoch nur ein Teil in Lösung ging; das Ungelöste bestand aus Papierfasern und seltsamerweise einer globulitischen Masse, die sich bei genauerer Untersuchung als kohlensaurer Kalk ergab. Die Lösung ergab mit Jod und Chlorkalium deutliche Amylodextrinreaktion.

Obgleich nun auf diese Weise eine geringe Verunreinigung durch Amylodextrin (oder einen verwandten Körper) sicher nachgewiesen scheint, was ja auch mit der Jodreaktion dieses Amylosepräparates übereinstimmt, so ist dabei doch noch weiteres zu beachten, wie sich aus folgendem Versuch ergiebt. Eine Lösung der Amylose wurde so stark verdünnt, daß ihr ohne Trübung 60% Alkohol zugesetzt werden konnte. Mit etwas Jod bläute sich eine Probe dieser Lösung nun nicht mehr, sondern wurde rein gelb. Hierauf wurde sie auf dem Wasserbad eingedampft und der Rückstand in wenig heißem Wasser gelöst. Bei der Prüfung mit Jod färbte sich die Lösung zuerst weinrot, dann braun und blieb mit Jodkalium versetzt braun, ohne Fällung. Hieraus folgt also, daß die Spuren von Amylose, welche in dem 60% Alkohol gelöst werden, beim Eindampfen eine Veränderung erfuhren, daß daher bei den obigen Ver-

suchen, wo die Amylose mit 60% Alkohol ausgekocht wurde, der nachgewiesene amylodextrinartige Körper zum Teil aus der Amylose entstanden sein kann.

Auch beim Eintrocknen jodhaltiger Lösung von Amylose, wie sie in dem zweiten Versuch vorgenommen wurde, ist die Umwandlung einer geringen noch gelösten Stärkemenge nicht ausgeschlossen.

Ich halte es sogar für möglich, daß bei einfachem Eintrocknen der wässerigen Amyloselösung stets etwas Umwandlungsprodukt gebildet wird. Wie bekannt, ist der Rückstand nach dem Eintrocknen in kaltem Wasser fast unlöslich und, wie es scheint, noch unlöslicher, wenn bei gewöhnlicher Temperatur getrocknet wird, als wenn dies bei 100° geschieht. Wird solch' eine eingetrocknete Probe mit kaltem Wasser ausgezogen, so färbt sich die Lösung mit Jod zunächst rein blau, bei mehr Jodzusatz blauviolett und braunviolett, also wie ein Gemisch von wenig Amylose und viel Amylodextrinlösung. Bei Zusatz von Jodkalium wird sie braun, ohne blaue Ausfällung. Zieht man den Rückstand mehrfach bei 40° mit neuen Quantitäten Wasser aus, so zeigt die Jodprüfung, daß längere Zeit Substanz von obiger Jodreaktion in Lösung geht. Nach etwa 6—10facher Ausziehung giebt jedoch die Flüssigkeit rein gelbe Farbe mit Jod; auch der Vergleich mit reinem Wasser, dem dieselbe Quantität Jodlösung zugesetzt wird, ergiebt, daß nichts Färbbares mehr vorhanden ist. Erhitzt man jetzt den Rückstand mit etwas Wasser, so löst sich wenig und die Lösung zeigt mit Jod ganz reine Amylosereaktion.

Wie gesagt, scheinen mir diese Erfahrungen dafür zu sprechen, daß schon bei einfachem Eintrocknen der Amyloselösung die Umwandlung einer geringfügigen Menge der Amylose zu Amylodextrin oder eventuell einem zwischen diesem und der Amylose stehenden Körper stattfindet.

Verkleisterung der Stärke mit Salzlösungen wurde schon früher mehrfach zur Herstellung von Amyloselösungen benutzt. So hat *Mohr* (60), wie schon 1854 *Béchamp*, Stärke mit Chlorzink verkleistert, verdünnt und aus der Lösung das Zink mit kohlensaurem Natron ausgefällt. *Béchamp* dagegen hat mit konzentrierter Chlorzinklösung längere Zeit auf 100°, ja 140° erhitzt und hierauf mit Alkohol gefällt; die Löslichkeit des Präparates in Wasser soll von der Dauer der Reaktion abhängen. — *Flückiger* (61) hat die Stärke mit einer Lösung von Chlorcalcium ($^1/_2$—$^1/_3$ Salzgehalt) verkleistert, mit viel Wasser verdünnt, filtriert, und dann mit Alkohol gefällt. Das Produkt (sogenanntes Amylogen *Flückiger* nach *Delffs*) löst sich

in frischer Fällung in warmem Wasser leicht und die Lösung zeigt dieselbe Reaktion wie eine durch Kochen hergestellte Amyloselösung. — *Musculus* (78) verkleisterte die Stärke mit Natronlauge und fällte darauf mit Alkohol. Die so erhaltene Amylose ist in kochendem Wasser völlig löslich. — In ähnlicher Weise hat auch schon *Béchamp* (54) durch Erhitzen der Stärke mit sehr konzentrierter Kalilauge, Neutralisieren mit Essigsäure und Fällung mit Alkohol eine sogenannte lösliche Stärke dargestellt, die jedoch in Wasser nur zum kleineren Teil löslich gewesen sein soll.

4. Vorgeschlagene Lösungsmethoden, die keine reine Amyloselösung ergeben. Es ist eine sehr alte Erfahrung (zuerst *Guibourt*, 29), daß zerquetschte und zerriebene Stärkekörner, im Gegensatz zu intakten, schon in kaltem Wasser schwache Lösung zeigen, indem sie gleichzeitig stark aufquellen und verkleistern, wie sonst erst bei höherer Temperatur. In gleicher Weise quellen auch Schnitte, die man von Stärkekörnern, welche in Gummi eingebettet waren, macht, beim Einlegen in Wasser sehr stark (schon *Fritzsche* 34, *W. Nägeli*, 74 p. 24, *Bütschli*). Der mit kaltem Wasser hergestellte Auszug zerquetschter Stärkekörner soll mit Jod teils rein blaue Färbung geben, teils jedoch blauviolette bis rote und braune; auch wurde er z. T. reduzierend gefunden, so von *Maschke* (52), *Reinsch* (55), *Delffs* (64). *Dafert* (86), der eine größere Zahl von Stärkesorten in dieser Beziehung untersuchte, fand bei zahlreichen nur Blaufärbung des bei 4—8°C. hergestellten Auszugs, dagegen bei gewissen Sorten von Reis-, Weizen-, Kartoffel- und Haferstärke Rot- und Braunfärbung mit Jod. Ebenso hat schon (*Maschke* 52, p. 405, Anm.) aus Weizenstärke einen sich violett bis rotbraun färbenden Auszug erhalten, und daher auf einen Dextringehalt dieser Stärke geschlossen; auch hat *Reinsch* (55) angegeben, daß der Auszug Dextrin und Zucker enthalte.

Ich habe einen Versuch mit von mir selbst dargestellter Kartoffelstärke angestellt, die beim Erwärmen mit Wasser, bis gerade zum Beginn der Verkleisterung, in der klar abgesessenen Flüssigkeit völlig reine Amylosereaktion ergab. Körner dieser Kartoffelstärke, die mit dem Pistill auf einer Glasplatte zerquetscht waren, quollen bei Wasserzusatz sehr stark auf, ähnlich wie bei der Verkleisterung. Der kalt hergestellte wässerige Auszug gab bei successivem Jodzusatz zuerst veilchenblaue, dann rotviolette und schließlich braune Farbe. Bei Zusatz von Jodkalium wurde rotviolettes Gerinnsel ausgeschieden. Der Rest der Lösung wurde zur Trockne gebracht,

darauf heiß mit 50% Alkohol extrahiert; die Lösung eingedampft, mit wenig Wasser ausgezogen und filtriert. Mit Jod zuerst rot und schließlich braun, durch Jodkalium rein braun, ohne Fällung. Jodiert und darauf mit Chlorkalium gesättigt reichliche blaue Fällung. Hieraus folgt, daß letztere Lösung wesentlich Amylodextrin oder einen verwandten Körper enthielt, und die Jodfärbung der ursprünglichen Lösung läßt schließen, daß sie relativ wenig Amylose neben viel von diesem Umwandlungsprodukt enthielt.

Ein weiterer Versuch wurde mit Arrowrootstärke angestellt, die gleichfalls durch Erhitzen mit Wasser bis zu beginnender Quellung eine ganz reine, schwache Amyloselösung giebt, und deren Körner mit einem Jodkrystall sich rein berlinerblau färben. Eine Partie dieser Stärke wurde in einer Achatschale mit Seesand gemischt, soviel Wasser zugegeben, daß ein dicker Brei entstand und hierauf einige Zeit mit dem Pistill stark zerrieben. Diese Prozedur wurde mit neuem Wasser ein zweites Mal wiederholt. Die Lösungen I und II gingen stark opaleszierend durch gewöhnliche Filter, weshalb sie noch einmal durch einen feuchten, dicken Pfropf von Filtrierpapier filtriert wurden. Nun opalisierten sie nur noch ganz schwach. Die Lösung (I) färbte sich mit Jod zuerst rein blau dann stahlblau und schließlich schmutzig braunrot, (II) dagegen von Anfang an violettblau und schließlich schmutzig violett. Sie froren nicht aus, jedenfalls wegen zu starker Verdünnung; denn als sie auf dem Wasserbad sehr stark eingeengt worden waren, gaben beide beim Ausfrieren eine mäßige Ausscheidung in Form der gewöhnlichen Amylose.

Das Ausgefrorene verhielt sich bei Prüfung mit einem Jodkrystall oder einem Tropfen *Meyer*'scher Lösung, der am Deckglasrande zugesetzt war, für beide Lösungen durchaus gleich. Die Anfangsfärbung war gelblich-bräunlich, darauf weinrot bis purpurfarbig und schließlich berlinerblau. Der nicht blau gefärbte Teil bildete nur eine sehr schmale Zone, woraus sich ergiebt, daß schon ein recht mäßiger Grad von Jodwirkung dazu gehört, um die rein blaue Farbe hervorzurufen. Wurde das Ausgefrorene im Röhrchen 24 Stunden lang mit *Meyer*'scher Jodlösung bei 40—50° behandelt und das Jod dann ausgezogen, so ließ sich immer noch, vor dem Auftreten der reinen berlinerblauen Jodfarbe, eine schwach violette Anfangsfärbung wahrnehmen; doch ergab sich, daß auch die Arrowrootkörner selbst die gleiche Erscheinung bei genauerem Zusehen zeigen. Wurde das so behandelte Ausgefrorene in wenig Wasser durch Erwärmen gelöst, so färbte sich die Lösung mit Jod absolut rein berlinerblau und

gab bei Zusatz von etwas Jodkalium starke, rein berlinerblaue Ausfällung. Das Ausgefrorene besteht daher zweifellos zu seinem allergrößten Teil aus reiner Amylose, dem jedoch wohl ein Körper beigemischt ist, der dem später zu besprechenden Amylosan sich anschließt.

Die Lösungen über dem Ausgefrorenen verhielten sich im wesentlichen gleich. Mit Jod färbten sie sich zuerst ganz schwach weinrot, darauf fast rein und intensiv blau, schließlich blaupurpurfarbig. Bei Zusatz von etwas Jodkalium wurden sie rein braun und nach 24 Stunden war keine Abscheidung aufzufinden. Jodiert und mit Chlorkalium gesättigt ergaben sie reichliche blauviolette Fällung, die beim Abdunsten des Jods viel blauer wurde; Zusatz eines Jodkrystalls ruft aber die blauviolette Farbe wieder hervor, dieselbe ist also eine Folge starker Jodwirkung. Mit Gerbsäure gaben die Lösungen reichliche Fällung.

Beide wurden daher vereinigt und mit 20% Gerbsäure ausgefällt; der Niederschlag mit 75% Alkohol gewaschen, zum Verjagen des Alkohols etwas getrocknet und dann in ganz wenig Wasser gelöst, was schon in der Kälte geschah. Die verhältnismäßig konzentrierte Lösung wurde dann gefroren, wobei sich jedoch nichts ausschied.

Die Lösung ergab mit Jod zuerst schwach weinrote, dann rein blaue und schließlich tief purpurrote Farbe. Bei Zusatz von Jodkalium trat sofort ziemlicher Niederschlag von violetter Farbe auf, der auch bei Verdünnung mit Wasser violett blieb. Die Lösung über dem Niederschlag blieb jedoch noch intensiv braun. Auch bei Sättigung der jodierten Lösung mit Chlorkalium fiel blauvioletter Niederschlag aus. Wurde die jodierte Lösung mit ziemlich viel Arrowroot geschüttelt, so wurde die Flüssigkeit durch Jodentziehung fast rein blau, doch mit einem schwachen Stich ins Violette (veilchenblau etwa). Wurde hierauf zu dieser blauen Lösung ein kleiner Jodkaliumkrystall gegeben, so erfolgte sofort schön rotvioletter Niederschlag, der auch bei Wasserzusatz diese Farbe beibehielt. Vergleichende Versuche ergaben, daß eine jodierte Amyloselösung durch Zusatz einer entsprechenden Quantität Jodkalium rein blau ausgefällt wird. Der Niederschlag konnte also nicht etwa durch das Jodkalium ins Rotviolette veränderte Jodamylose sein. — Die von dem Gerbsäureniederschlag abgegossene Lösung ergab bei Zusatz von viel Alkohol nur eine sehr geringfügige Trübung, die sich jedoch gut absetzte. Nach dem Auswaschen mit Alkohol, getrocknet und dann durch Kochen in Wasser gelöst, gab die

Lösung dieses Körpers bei Prüfung mit Jod zuerst schwach rote, dann rein braune Farbe, mit Jodkalium keine, dagegen mit Chlorkalium rein blaue Fällung. In Betracht der Nichtfällbarkeit des Körpers durch Gerbsäure kann es sich nur um Amylodextrin handeln.

Auch diese etwas genauer durchgeführte Untersuchung ergab also, daß in der durch Zerreiben der Stärkekörner hergestellten Lösung neben Amylose auch Umwandlungsprodukte derselben sich befinden und zwar, soweit die Reaktionen ein Urteil gestatten, neben etwas Amylodextrin, ein amylophorphyrinartiger, durch Gerbsäure fällbarer Körper und wahrscheinlich noch ein zweiter, der in der Lösung durch Jod blau gefärbt wird, aber bei Zusatz von Jodkalium rotviolett ausfällt. Ob die beiden letztgenannten Körper wirklich nicht ausfrieren, wie es der Fall war, ist nach dem, mit einer sehr geringen Menge angestellten Versuch, wobei die Lösung doch vielleicht weniger konzentriert war, wie vermutet, nicht bestimmt zu sagen.

Jedenfalls läßt sich auf diesem Wege nicht wohl eine reine Amyloselösung bereiten. — *A. Meyer* (95, p. 18) ist, wie schon früher *Knop* (60) und *Kabsch* (63) der Ansicht, daß die geringe Löslichkeit der zerquetschten Stärkekörner auf teilweiser Verkleisterung durch Temperaturerhöhung beim Zerreiben beruhe. Für die zerquetschten Körner erachtete dies auch *W. Nägeli* (74, p. 22—23) als wahrscheinlich, dagegen nicht für die Schnitte, aus welchen beim Einlegen in Wasser gleichfalls etwas Amylose ausgelaugt wird, weshalb er (p. 25) anzunehmen geneigt war, daß kaltes Wasser auf die innere Substanz der Körner schon ähnlich, nur schwächer wirke wie heißes. Die Bildung von Umwandlungsprodukten der Amylose in den zerquetschten Körnern sucht *A. Meyer* dagegen auf einen Säuregehalt der verwendeten Körner zurückzuführen. Bei der von mir verwendeten Kartoffelstärke war dies sicher nicht der Fall, da ich sie selbst ohne Anwendung von Säuren dargestellt hatte, wobei sie mehrfach mit ammoniakhaltigem Wasser gewaschen worden war. Ich bin nun ebenfalls der Meinung, daß sowohl die Löslichkeit der zerquetschten wie der in Schnitte zerlegten Stärkekörner auf dem lokalen Einfluß höherer Temperatur beruht. Das starke Aufquellen zerquetschter Körner und Schnitte im Wasser scheint mir jedoch darauf hinzuweisen, daß hohe Temperatur schon eine Veränderung der in kaltem Wasser unlöslichen Stärkesubstanz der lufttrockenen Körner zu bewirken, d. h. sie in eine löslichere Form überzuführen vermag. — Schon *Maschke* (54, p. 5) hat gefunden, daß lufttrockene Kartoffelstärke, die im zugeschmolzenem Rohr 8 Tage auf 100° erhitzt war, beim Kochen

mit Wasser keinen Kleister mehr bildete und viel reine Amylose in Lösung gehen ließ. Ich beobachtete (98, p. 386), daß lufttrockene Arrowrootstärke, die bei sorgfältiger Prüfung keine Spur saurer Reaktion zeigte, nachdem sie im Uhrglas 57 Stunden auf 100° erhitzt war, schon an kaltes Wasser ziemlich viel abgab, was sich mit Jod successiv blau, purpurfarbig und braun färbte. „Der nicht gelöste, viel ansehnlichere Teil ging beim Erwärmen mit Wasser fast vollständig in Lösung ohne Kleisterbildung. Die Lösung verhielt sich ähnlich wie die unten zu besprechende *Zulkowsky*'sche lösliche Stärke war daher ein Gemisch von viel Amylose mit verschiedenen Umwandlungsprodukten."

Ich bin daher der Meinung, daß die beim Zerquetschen auftretende lokale Erhitzung auch ohne Gegenwart von Säure schon genügen dürfte, das Entstehen geringer Mengen von Umwandlungsprodukten der Amylose, Amylodextrin etc., zu erklären.

Durch Erhitzen oder Erwärmen von Stärke mit schwachen Säuren wurden mehrfach sogenannte Amyloselösungen dargestellt, welche jedoch sicher niemals reine Lösungen gewesen sind. — So gab *Maschke* (54) an, daß die Stärke sich in verdünnter Schwefelsäure beim Kochen leicht löst und daß diese Lösung, sofort nach ihrer Klärung untersucht, fast nur Amylose und wenig Dextrin enthält, d. h., daß sie sich mit Jod erst bei starkem Zusatz violett färbt. Er hat dann 2 Teile Kartoffelstärke mit 4 Teilen 83% Alkohol, dem 1 Teil Mixtura sulfurica acida[1]) zugesetzt war, 1 Stunde auf dem Wasserbad erhitzt, die Stärke bis zu vollständigem Aufhören der sauren Reaktion ausgewaschen und getrocknet. Sie ist dann anscheinend unverändert, löst sich jedoch beim Kochen mit Wasser vollkommen klar und durchsichtig auf. Die Lösung enthielt nach der Jodprobe „geringe Quantitäten Dextrin". — Auch das, was *Brücke* (72) als lösliche Stärke oder Amidulin (nach *Schulze* u. *Nasse*) bezeichnet, ist durch Digerieren von Stärke oder Kleister mit verdünnter Schwefel, Salz- oder Weinsäure dargestellt worden.

Ein ähnliches Verfahren gab später *Lintner* (86, p. 381) zur Gewinnung einer löslichen Stärke an. Kartoffelstärke wird mit 7,5% Salzsäure übergossen und dann 7 Tage bei gewöhnlicher Temperatur oder 3 Tage bei 40° stehen gelassen. Die wenig veränderten Körner sind dann in heißem Wasser völlig löslich. Die Lösung reduziert schwach. Die Jodreaktion wird nicht angegeben. Wie es von vornherein zu erwarten, kann dieses Verfahren keine reine Amyloselösung ergeben, sondern höchstens ein Gemisch von Amylose mit

verschiedenen Umwandlungsprodukten. Ich werde später auf die Natur der so hergestellten Körner näher eingehen.

Erhitzung der Stärkekörner mit Glycerin. Schon *Kabsch* (62) gab folgendes an: „Durch Glycerin wird nach anhaltendem Erhitzen die Stärke vollkommen in Lösung übergeführt, aus welcher sie durch Weingeist wieder niedergeschlagen werden kann, aber nicht mehr mit den alten Eigenschaften, sondern als eine lösliche Modifikation, welche mit *Delffs* Amylogen identisch zu sein scheint“ (nach Refer. in Ztschr. f. analyt. Chemie).

Später hat *Zulkowsky* (80) ein ähnliches Verfahren zur Herstellung einer löslichen Stärke empfohlen. Er erhitzt die Stärke mit dem 15fachen Gewicht Glycerin $^1/_2$ Stunde auf 190° und fällt darauf mit Alkohol aus. Das so erhaltene Präparat ist unter Alkohol aufbewahrt in Wasser leicht löslich. — Schon *A. Meyer* (95, p. 28) erklärte, daß diese *Zulkowsky*'sche Stärke „sicher größtenteils aus Amylose bestehe, aber wahrscheinlich auch Amylodextrin enthalte.“ Ich zeigte 1898 (p. 293), daß sie ein Gemisch ist, in dem sich, neben Amylose, Amylodextrin und Dextrin nachweisen läßt.

4. Prüfung einiger Stärkesorten auf einen Gehalt an Amylodextrin.

Da *A. Meyer* (95) mehrfach angiebt, daß Amylodextrin ein nicht seltener Bestandteil natürlicher Stärkekörner sei, zum mindesten derjenigen, die sich mit Jod nicht rein blau, sondern blauviolett, rot oder braun färben, so schien es mir angezeigt, einige Versuche in dieser Richtung zu unternehmen. Geprüft wurden zunächst käufliche Arrowroot- und Reisstärke, sowie sehr reine Kartoffelstärke, welche ich selbst nach dem von *Meyer* (95, p. 77) angegebenen Verfahren frisch bereitet hatte. Die Arrowroot- und Reisstärke wurden vor der Verwendung dreimal mit etwas ammoniakhaltigem destillierten Wasser gründlich gewaschen, darauf mit destilliertem Wasser bis zum Verschwinden der alkalischen Reaktion und dann bei 40° getrocknet. Von diesen Stärken wurden je 80—100 g mit 200—400 ccm 65 % Alkohol $4^1/_2$ Stunden vor dem Rückflußkühler auf dem Wasserbad gekocht, die Lösung hierauf filtriert, auf dem Wasserbad zur Trockne gebracht und mit $^1/_2$ Äther und $^1/_2$ Alkohol warm extrahiert, zur Entfernung von event. Fett. Der geringe Rückstand wurde dann mit

heißem Wasser ausgezogen, die Lösung filtriert und auf Amylodextrin geprüft.

Bei diesen Versuchen ergab sich, wie zuvor bemerkt sein mag, noch folgendes erwähnenswerte. — Die Arrowrootkörner waren nach dem Kochen mit 65% Alkohol großenteils ein wenig gequollen, mit Spalten im Centrum; damit stimmte überein, daß die alkoholische Lösung schwach opaleszierte, und ihr trockener Rückstand sich nur wenig in heißem Wasser löste. Dieser Rückstand erwies sich membranös, wie eingetrocknete Amyloselösung, und färbte sich mit Jod teils rein blau, teils blau- bis rotviolett. Der 65%ige Alkohol hatte daher ein wenig Amylose gelöst. Auch die Reaktionen des wässerigen Auszugs des Rückstands erwiesen dies, denn derselbe färbte sich mit Jod erst veilchen- bis indigoblau und dann violettblau. Diese Lösung wurde dann auf 70% Alkohol gebracht, etwas erwärmt, die reichliche Fällung abfiltriert, das Filtrat zur Trockne gebracht und der sehr geringe Rückstand mit ganz wenig Wasser ausgekocht, wobei er sich größtenteils löste. Diese Lösung färbte sich mit einem Jodkrystall braun und gab bei Sättigung mit Chlorkalium etwas blauen Niederschlag.

Eine zweite Probe nicht vorher gereinigten Arowroots ergab eine wässerige Lösung des Rückstands, die sich mit Jod erst rötlich, dann braun färbte, und bei Sättigung mit Chlorkalium ziemlich reichliche blaue Fällung. In diesem Fall enthielt der wässerige Auszug also fast keine Amylose und ersichtlich etwas mehr Amylodextrin.

Der Kartoffelstärkeauszug ließ nur eine gerade nachweisbare Spur von Amylodextrin erkennen. Amylose war nicht in der Lösung und die Stärkekörner zeigten keine deutliche Quellung, jedoch größtenteils ansehnliche centrale Rißbildungen, die den frischen Körnern fehlten.

Der alkoholische Extrakt der Reisstärke verhielt sich insofern eigentümlich, als er nach dem Eindampfen beträchtlich mehr Rückstand hinterließ als die beiden anderen Stärkesorten. In heißem Wasser löste sich dieser Rückstand sehr wenig. Das Ungelöste ergab sich bei der Untersuchung wesentlich als Eiweiß, das die Millon-, Xanthoprotein- und Biuretreaktion sehr gut zeigte. Der wässerige Extrakt färbte sich mit einem Jodkrystall bräunlich und setzte nach Sättigung mit Chlorkalium in 24 Stunden etwas braunes Gerinnsel ab, das sich bei Zusatz von 50% Schwefelsäure nicht bläute. Dasselbe Gerinnsel fiel jedoch auch allmählich aus der nur mit Chlorkalium gesättigten Lösung aus. — Ähnliche, mit Klebreis später angestellte Versuche, bei denen dasselbe Gerinnsel sich abscheidet, weisen darauf

hin, daß es etwas in Lösung gegangenes Eiweiß ist. Jedenfalls ließ sich also Amylodextrin in dem alkoholischen Auszug der Reisstärke mit Sicherheit nicht nachweisen. Es mag gleich erwähnt werden, daß dies ebensowenig bei der, sich mit Jod rotbraun färbenden sogenannten Klebreisstärke der Fall war, deren abweichende Färbung nach *A. Meyer* auf einem ansehnlichen Amylodextringehalt beruhen soll.

Aus Vorstehendem ergiebt sich, daß bei Arrowroot- und Kartoffelstärke in dem alkoholischen Extrakt Spuren von Amylodextrin nachweisbar waren. Ob jedoch diese schon in den Stärkekörnern enthalten waren, läßt sich angesichts des nur spurenweisen Nachweises und der oben (p. 442) mitgeteilten Erfahrung, daß schon beim Eindampfen einer 60 % Alkohol enthaltenden, sehr verdünnten Amyloselösung sehr wahrscheinlich Amylodextrin gebildet wird, schwerlich mit einiger Sicherheit behaupten.

6. Untersuchungen über die Klebreisstärke.

a) Gewinnung der Klebreisstärke. Zur Darstellung eines möglichst reinen Präparats der Klebreisstärke wurden 200 g Klebreis[1]), aus dem die glasigen Körner von sich blaufärbendem gewöhnlichen Reis möglichst sorgfältig ausgesucht worden waren, $1^1/_2$ Tage mit kaltem destilliertem Wasser eingeweicht und darauf in einer Reibschale zu möglichst feinem Schlamm zerrieben, was gut geht. Dieser Schlamm wurde in Glascylindern mit viel Wasser geschlämmt, wobei sich die Zellgewebreste rasch absetzen, während die feinen Stärkekörner und Körnergruppen nur langsam sedimentieren. Durch mehrfach wiederholtes Schlämmen ließ sich so eine Klebreisstärke gewinnen, die mindestens ebenso rein ist, wie die käufliche Reisstärke, d. h. nur noch sehr wenig Reste von Zellgewebe enthält. Die so erhaltene Stärke wurde dann mit dem 6fachen Volumen 1 % Kalilauge ca. 12 Stunden digeriert, wobei sich die Lauge gelb-bräunlich färbte. Nach dem Absitzen wurde die Stärke zweimal mit destilliertem Wasser, einmal mit 50 % Alkohol gewaschen, dann mit 90 % Alkohol auf ein Filter gebracht und bis zur Entfernung der alkalischen Reaktion mit Alkohol gewaschen. Die bei 90° getrock-

[1]) Derselbe stammte aus Japan und wurde mir von meinem verehrten Freunde Prof. *E. Askenasy* freundlichst überlassen. Zuvor hatte ich schon eine Reihe von Versuchen mit dem japanischen Tempelgebäck gemacht, das aus Klebreisstärke bereitet wird.

nete Stärke ist blendend weiß und ergiebt sich bei der mikroskopischen Untersuchung als sehr rein, d. h. bei mehrfacher Untersuchung war überhaupt nichts von Verunreinigungen in den Präparaten aufzufinden. Daß aber dennoch eine mäßige Beimengung von Zellresten vorhanden ist, folgt daraus, daß beim Auflösen von $^1/_2$ g dieser Stärke in 50 g Wasser bei 145°, oder bei Behandlung mit Speichel, ein geringer ungelöster Bodensatz verbleibt, der aus Zellhautresten besteht.

b) Reaktionen der Klebreisstärkekörner mit Jod. Werden die Körner in Wasser mit einem gewaschenen Jodkrystall zusammengebracht, so färben sie sich rein braun, beginnend mit einem leichten Sepiabraun, das bei stärkerer Jodaufnahme in kastanienbraun und mehr braunrot übergeht. Von spurenweiser blauer oder auch nur violetter Anfangsfärbung ist gar nichts bemerkbar. Es zeigt sich jedoch sofort, daß auch dieser gereinigten Klebreisstärke noch gewöhnliche Reisstärkekörner, die sich blau färben, in sehr geringer Menge beigemischt sind. Daß letztere bei der Jodfärbung zunächst alles Jod aufnehmen, ergiebt sich bei dem Versuch sehr schön daraus, daß die blauen Körnchen schon in einer Entfernung von dem Jodkrystall deutlich gefärbt sind, in welcher die Klebreiskörner noch keine Spur von Farbe zeigen.

Unter den braun gefärbten Körnchen und Körnchenaggregaten bemerkt man hier und da auch einige, die mehr rot, weinrot bis purpurfarbig erscheinen, sowie größer und unregelmäßiger sind. Es sind dies mehr oder minder aufgequollene Körnchen; denn wir werden gleich sehen, daß die jodgefärbten Körner beim Aufquellen diese Farbenänderung erfahren. — Färbt man mit verdünnter Jodtinktur oder verdünnter Jodkaliumlösung, so erzielt man die gleiche Farbe der Körnchen. Wird die Jodbehandlung der Körner unter sorgfältiger Vermeidung irgendwelchen Drucks durch das Deckglas oder sonstwie ausgeführt, also z. B. in einem Reagenzröhrchen mit etwas Wasser nebst Jodkrystall, so sind alle Körnchen ungequollen und daher rein braun. Drückt man hierauf auf das Deckglas, so daß viele Körnchen etwas gequetscht werden, so sind sie nun mehr oder minder stark gequollen und weinrot bis purpurfarbig, je nach der Intensität der Färbung. Das Vorkommen solch' mehr oder minder aufgequollener Körnchen in gewöhnlichen jodgefärbten Präparaten zeigt daher wohl stets an, daß einzelne gequetscht und, als Folge davon, mehr oder minder verquollen sind.

Wird das Präparat der jodgefärbten braunen Körner samt dem

Jodkrystall auf dem Wasserbad kurz erhitzt, so quellen die Körner stark auf und werden weinrot, wogegen die blauen gewöhnlichen Reiskörner sich dabei gar nicht merkbar verändern, da bekanntermaßen die Jodstärke selbst im kochenden Wasser nur recht wenig quillt.

Ganz die gleiche Veränderung erzielt man durch Zusatz von 50%iger Schwefelsäure zu dem Präparat. Zunächst verfärben sich dabei die braunen Körner, sie werden dunkler bis tief purpurfarbig und quellen stark auf, wobei sie natürlich wieder lichter, etwa rotweinfarbig erscheinen; bei Zutritt der konzentrierten Säure lösen sie sich endlich auf zu rotweinfarbiger Flüssigkeit. Die beigemischten blauen Körner quellen dagegen unter diesen Bedingungen sehr wenig und treten deshalb wegen ihrer viel dunkleren Farbe in den mit Schwefelsäure behandelten oder erhitzten Präparaten besonders deutlich hervor.

Werden die trockenen Klebreisstärkekörner direkt mit konzentrierter *Meyer*'scher Jodjodkaliumlösung behandelt, so quellen sie stark auf und nehmen deshalb gleich die purpurartige Farbe der gequollenen Körner an.

Die Untersuchung ergiebt, daß es allein die Jodkaliumlösung ist, welche die Körner zum Verquellen bringt. Lässt man sie durch Zusatz von starker Jodkaliumlösung verquellen und setzt dann erst Jodjodkaliumlösung zu, so geht die Quellung bedeutend zurück unter Braunfärbung der Körner, ohne daß sich dabei aus der Flüssigkeit ein Gerinnsel ausscheidet, wie dies bei gewöhnlichen, in dieser Art behandelten Reisstärkekörnern der Fall ist[1]). Letztere quellen ebenfalls sehr stark in der Jodkaliumlösung und schrumpfen dann bei Zusatz von *Meyer*'scher Lösung sehr erheblich.

Läßt man etwas Klebreisstärke auf dem Objektträger auftrocknen und setzt dann sehr wenig *Meyer*'sche Jodlösung oder auch Chlorzinkjodlösung am Rande zu, so daß diese Flüssigkeiten in ganz geringer Menge zwischen den Körnern vorkriechen, so tritt niemals etwas von Bläuung oder Bildung blauer Substanz auf, wie dies Amylodextrinsphären unter diesen Bedingungen stets zeigen, sondern die gewöhnliche Purpurfarbe. — Werden auf der Unterseite eines Deckglases aufgetrocknete Körner über einem auf dem Objektträger befindlichen Jodsplitter aufgestellt, so färben sie sich durch die Jod-

[1]) Weil die quellende Jodkaliumlösung Amylose löst und diese durch Zusatz von Jod als Jodstärke ausgefällt wird. Bei den Klebreiskörnern findet auch Lösung in der Jodkaliumlösung statt, aber keine Ausfällung der Jodklebreisstärke.

dämpfe rein gelb. Wird darauf am Rande des Deckglases etwas Wasser zugesetzt, so daß die gelben Körnchen der Einwirkung der Wasserdämpfe ausgesetzt sind, so tritt die rein braune Jodfarbe der Körnchen auf, dagegen nie eine Spur von Bläuung, wie es bei Amylodextrinsphären unter diesen Bedingungen der Fall ist.

Werden Klebreisstärkekörner in konzentrierter Chlorkaliumlösung mit einem Jodkrystall aufgestellt, so färben sie sich recht intensiv braun bis etwas braunviolett, jedoch keine Spur blau. In der Flüssigkeit tritt keine Spur von Gerinnsel auf. Wogegen Amylodextrinsphären sich unter diesen Bedingungen tiefblau färben unter Bildung blauen Gerinnsels in der Lösung (s. oben p. 430).

Wird etwas Klebreisstärke in einem Röhrchen in Wasser mit Jodkrystall gefärbt, so erhält man eine bei makroskopischer Betrachtung etwa ziegelrotbraune Substanz. Dieselbe wird durch Übergießen mit Amyloselösung in kürzester Zeit völlig entfärbt, indem letztere alles Jod aufnimmt; dagegen entzieht die Klebreisstärke der jodgefärbten Amyloselösung kein Jod. Umgekehrt aber wird einer jodgefärbten Lösung von Klebreisstärke durch Zusatz fester gewöhnlicher Stärkekörner alles Jod rasch entzogen.

Wenn man Klebreisstärke in der von *A. Meyer* (95, p. 8) für die Darstellung sog. Stärkereste (α-Amylose *Meyer*'s) angegebenen Weise mit 1.56 % Salzsäure 3 Stunden bei 80° behandelt, so ergiebt sich, daß fast alle Körner total aufgelöst sind; es schienen nur noch einige Körnchen vorhanden zu sein, die sich mit Jod rein gelbbraun färbten, doch blieb diese Beobachtung etwas unsicher. Eine schon früher mit zerriebenem Klebreis ausgeführte Probe hatte dasselbe Resultat ergeben. Die Körner waren ganz aufgelöst; erhalten hatten sich nur Zellhautreste und netzige Plasmareste, aus denen die Stärkekörner herausgelöst waren.

Das gleiche Ergebnis hatte auch die Behandlung mit filtriertem Speichel bei 40°. Schon nach 3 Stunden waren fast alle Körner verschwunden, die noch vorhandenen stark angefressen und zum Teil in sehr kleine Partikelchen zerfallen[1]). Ganz ebenso verhielt sich auch eine Probe gewöhnlicher Reisstärke.

Weder mit verdünnter Salzsäure noch mit Speichel gelingt es daher, aus der Klebreisstärke Skelette darzustellen. Sog. α-Amylose

[1]) Eine etwas größere Partie der Klebreisstärke wurde von Speichel in 24 Stunden bis auf einige Zellhautreste und sehr geringfügigen feinen Detritus aufgelöst. Die Lösung gab mit Jod gar keine Farbenreaktion mehr und reduzierte alkalisches Kupfersulfat stark.

im Sinne *A. Meyer*'s könnte daher in nachweisbarer Menge in ihnen nicht enthalten sein.

Die vorstehend aufgeführten Jodreaktionen der Klebreisstärkekörner sprechen durchaus gegen die Ansicht, daß diese Körner ein Gemisch, resp. Mischkrystalle, von gewöhnlicher Stärke (Amylose) und Amylodextrin sein könnten. Wäre ächte Amylose in irgendwie nachweisbarer Menge vorhanden, so müßten sich die Körner bei vorsichtiger Jodfärbung zunächst, wenn auch nur schwach, bläuen; dies ist durchaus nicht erkennbar. Die Körner müßten daher in der Hauptsache aus Amylodextrin bestehen, Amylodextrinsphären sein. Dem widersprechen jedoch ihre Jodreaktionen durchaus, so die Nichtbläuung durch Jod und Schwefelsäure, durch Chlorzinkjod, durch vordringende Jodjodkaliumlösung, durch Jod- und Wasserdämpfe, durch Jod und Chlorkalium. Ebenso spricht dagegen aber auch ihre Verkleisterungsfähigkeit und geringe Löslichkeit in heißem Wasser, in welcher Hinsicht sie sich geradeso wie gewöhnliche Stärkekörner verhalten. Ich erachte daher die Ansicht *A. Meyer*'s, dass die Klebreisstärke und ähnlich sich färbende Stärken ihre besondere Jodreaktion einem ansehnlichen Gehalt an Amylodextrin verdanken, für unvereinbar mit den Thatsachen. Auch meine weiteren Untersuchungen sprechen durchaus für diese Auffassung.

c) Wässriger Auszug der Klebreisstärke und des Klebreises bei 40°. Digeriert man ½ g der wie oben dargestellten Stärke mit 20 ccm destilliertem Wasser 24 Stunden bei 40°, so färbt sich die Flüssigkeit mit Jod absolut nicht, wie die Vergleichung mit reinem Wasser, dem dieselbe Menge Jodlösung zugesetzt wurde, ergiebt. Es geht demnach bei 40° und in 24 Stunden gar nichts mit Jod Färbbares in Lösung. Auch diese Erfahrung spricht durchaus gegen die Möglichkeit, daß die Klebreisstärke eine erhebliche Menge von Amylodextrin enthalten könne.

Anders verhält sich in dieser Hinsicht der pulverisierte, nicht weiter gereinigte Klebreis, wie schon *Dafert* (85—87) und *Shimoyama* (86) feststellten. Wird derselbe in gleicher Weise mit Wasser bei 40° digeriert, so erhält man eine Lösung, die bei der Jodprüfung eine intensiv weinrote bis rotbraune Färbung zeigt, bei darauffolgendem Zusatz von Jodkalium rein braun wird, ohne Fällung blauer Jodamylose, und die bei Sättigung mit Chlorkalium, nach Jodzusatz, wenigstens zuweilen einen blauvioletten Niederschlag ergibt. Auch wenn der pulverisierte Klebreis zuvor eine bis einige Stunden mit 65% oder 95% Alkohol ausgekocht war, wobei nach *A. Meyer* die

eventuell vorhandenen invertierenden Enzyme unwirksam gemacht worden wären, hatte die Extraktion mit Wasser bei 40° das gleiche Ergebnis. Bei 2 g Klebreis, die zuvor mit 95% Alkohol 1 Stunde lang gekocht waren, war erst die vierte Wasserextraktion bei 40° ganz frei von dem mit Jod sich färbenden Körper. Nach *Shimoyama* gab der von ihm untersuchte Klebreis bei gewöhnlicher Temperatur in 24 Stunden an Wasser nicht weniger wie 16,120% seines Gewichts ab.

Die Extraktion nach Vorbehandlung mit Alkohol dürfte wohl beweisen, daß es sich nicht um Enzymwirkung handelt, sondern daß der Klebreis in kaltem Wasser lösliche Kohlenhydrate enthält.

Die Jodreaktion des bei 40° dargestellten Extraktes läßt die Möglichkeit, daß er etwas Amylodextrin enthalte, zu[1]).

Dagegen gelang es mir bei mehrfach wiederholtem Auskochen von je 50 g gröblich pulverisierten Klebreises mit 500 g 65% Alkohol nach demselben Verfahren, welches oben (p. 449) schon für andere Stärkesorten beschrieben wurde, nicht, oder doch nur höchstens unsichere Spuren von Amylodextrin in dem Extrakt nachzuweisen. Das Resultat war dasselbe, wenn der pulverisierte Klebreis zuvor längere Zeit mit kaltem Wasser gewaschen oder ungewaschen extrahiert wurde. Dagegen enthielt auch der alkoholische Extrakt des Klebreises wie der der gewöhnlichen Reisstärke (p. 450) viel Eiweiß, dessen Verhalten schon dort beschrieben wurde.

Diese Erfahrungen machen es nun wieder sehr wenig wahrscheinlich, daß das durch Wasser bei 40° aus dem Klebreis Ausgezogene irgend erhebliche Mengen von Amylodextrin enthalte; vielmehr ist zu vermuten, daß das Ausgezogene im wesentlichen ein anderer Körper ist.

d) Weitere Untersuchung der Klebreisstärke. Um die gereinigte Klebreisstärke in Lösung zu bringen, wurden verschiedene Wege eingeschlagen, die in der Hauptsache stets zu denselben Resultaten führten.

1. 3 g Klebreisstärke wurden mit 600 g Wasser 2 Stunden auf freier Flamme gekocht, die Flüssigkeit in einem Cylinder 2 Stunden absitzen lassen, filtriert und hierauf mit dem 2—3fachen Volumen 95% Alkohol ausgefällt, ausgewaschen und unter 95% Alkohol aufgehoben (I).

2. 1/2 g Klebreisstärke wurde mit 50 g Wasser erst 1 1/2 Stunde zu dünnem Kleister gekocht, darauf in einem zugeschmolzenen Rohr

[1]) Doch kann es sich, wie die weiter unten mitgeteilten Untersuchungen zeigen werden, auch um einen andern Körper handeln.

1 Stunde auf 150° erhitzt. Die schwach opalescierende Lösung enthielt viele äußerst dünne doppelbrechende Krystallflitter. Sie filtrierte leicht. Hierauf wurde mit Alkohol ausgefällt.

3. 10 g Klebreisstärke wurden mit 40% Alkohol 2 Stunden vor dem Kühler gekocht, wobei die Körner sehr aufquollen; darauf im Cylinder absitzen gelassen und filtriert. Das Filtrat ergab beim Eindampfen auf dem Wasserbad nur sehr wenig Gelöstes, das in Wasser fast völlig löslich war. Die Lösung färbte sich mit Jod rotbraun, brauste mit Salzsäure stark auf, was vielleicht daher rührt, daß die Stärke von der Bereitung her eine Spur kohlensaures Kali enthält. Der schleimige Rückstand von der Alkoholauskochung wurde mit viel kaltem Wasser ca. 12 Stunden digeriert, wobei sich viel löste, hierauf filtriert und das Filtrat auf dem Wasserbad zur Trockne gebracht. Glasig durchsichtige, zersprungene Lamellen (II).

4. 2 g Klebreisstärke wurden mit 500 g Wasser zu Kleister verkocht, darauf soviel Alkohol zugesetzt, daß 40% vorhanden, 24 Stunden absitzen lassen und dann die Flüssigkeit filtriert. Das Filtrat enthält sehr wenig Gelöstes.

Der Rückstand darauf mit 350 g 25% Alkohol 24 Stunden digeriert und die Flüssigkeit filtriert. Das Filtrat enthält nur sehr wenig Gelöstes.

Der Rückstand darauf einige Zeit mit 500 g 20% Alkohol erwärmt, 24 Stunden stehen gelassen und dann die Flüssigkeit filtriert. Auch dieses Filtrat ist sehr arm an Gelöstem.

Der Rückstand dann mit 500 g Wasser ca. 1 Stunde gekocht, absitzen lassen, filtriert und das Filtrat auf dem Wasserbad zur Trockne gebracht. Hierauf den ansehnlichen Rückstand mit viel kaltem Wasser behandelt, geht viel in Lösung, filtriert und der geringe, nicht durch das Filter gegangene Rest im Glas gespült und einige Zeit mit viel Wasser gekocht. Der nicht gelöste geringfügige Bodensatz wurde dann unter dem Mikroskop mit Jod geprüft und bestand aus verquollenen Brocken, die sich schön weinrot färben, und einigen Fetzchen sich blau färbender Amylose. Daß geringe Spuren Amylose in den Lösungen sein müssen, ist ja von vornherein sicher, da die angewandte Stärke etwas gewöhnliche Reisstärke enthält. Wie das Weitere ergiebt, ist dieselbe in den Lösungen jedoch nie oder kaum nachweisbar. Die mit kaltem Wasser (s. oben) erzielte Lösung wurde auf dem Wasserbad zur Trockne gebracht. Die Substanz erscheint genau wie II (III).

5. Einige Gramm der Klebreisstärke wurden mit einer konzen-

trierten Lösung von Calciumnitrat verkleistert, der Kleister mit dem 2—3fachen Volumen Wasser verdünnt, absitzen gelassen, filtriert und mit 3 Volumen 95% Alkohol gefällt (IV).

6. Klebreisstärke wurde in der Kälte (+ 2°) in einer mässigen Menge 37% Salzsäure gelöst, die Lösung darauf mit dem gleichen Volumen Wasser verdünnt, filtriert und mit dem doppelten Volumen 95% Alkohol gefällt; das Gefällte lange mit Alkohol gewaschen, dem zuletzt etwas Ammoniak zugesetzt war, und endlich unter 95% Alkohol aufgehoben (V und VI).

Im allgemeinen wäre zu diesen Versuchen folgendes zu bemerken. Es geht aus ihnen hervor, daß die Klebreisstärke selbst in schwächerem Alkohol beim Kochen sehr wenig löslich ist; 10—40% Alkohol lösten sehr wenig, 40%iger schon äußerst wenig. Das von den verschiedengradigen Alkoholproben Gelöste wurde auf seine Reaktionen genauer geprüft, wobei sich ergab, daß sie im wesentlichen stets die gleichen waren und mit jenen der wässrigen Lösungen übereinstimmten, daß also, soweit nachweisbar, stets der gleiche Körper in Lösung ging.

Die auf verschiedene Art dargestellten Produkte I—VI zeigten im allgemeinen sehr übereinstimmende Eigenschaften, welche hier kurz aufgezählt werden sollen.

Löslichkeit in Wasser. V und VI, d. h. die mit Salzsäure dargestellten und unter Alkohol aufbewahrten Produkte, sind in kaltem Wasser leicht löslich; die Lösung von VI opalesciert nur ganz wenig, die von V ist ganz klar. — Das Produkt IV (Calciumnitrat) war nach der Darstellung etwas getrocknet worden und ist deshalb jedenfalls selbst in kochendem Wasser schwer löslich. — Die Produkte II und III sind in trockenem Zustand in kaltem Wasser langsam löslich. Ihre Lamellen quellen darin sofort auf, werden ganz schlapp und klebrig, sowie weisslich opak. Beim Erhitzen gehen sie rasch in klare Lösung. Das Produkt I dagegen ist sehr wenig löslich in Wasser, es quillt darin sehr stark zu einer durchsichtigen Gallerte auf, die sich jedoch selbst bei anhaltendem Kochen oder viele Tage langem Stehen nur wenig löst. Immerhin geht eine gewisse Quantität in Lösung, wie schon das starke Aufquellen beweist.

Die wässerigen Lösungen der verschiedenen Produkte zeigen folgende Reaktionen.

1. In keiner derselben ließ sich, trotz vielfacher Wiederholung der Versuche, durch Gefrieren und Aufthauen irgend eine Abschei-

dung erzielen. Beim Aufthauen erhielt man stets wieder ganz klare Flüssigkeit. Es ließ sich also durch Gefrieren weder Amylose noch Amylodextrin oder ein verwandter Körper abscheiden.

Da die Frage nach dem Ausfrieren der Lösung sehr wichtig ist, wurde eine nochmalige Prüfung mit Lösungen vorgenommen, die so konzentriert wie möglich hergestellt waren. Geprüft wurden die Produkte I, II, ferner eine Probe von unbekannter Darstellung und endlich der aus der Lösung durch Zusatz von Jodjodkaliumlösung und Schwefelsäure zuletzt abgeschiedene Körper, der sich mit Jod rein braun färbt (s. weiter unten p. 462 γ). Das Ergebnis war, daß in keiner dieser Lösungen nach dem Aufthauen etwas Ausgeschiedenes aufgefunden wurde. Es darf daher als sicher angenommen werden, daß die fragliche Substanz nicht ausfriert.

2. Werden die Lösungen mit Alkohol bis zur Trübe versetzt und dann stehen gelassen, bis sie sich geklärt haben, so erscheint der Niederschlag stets in Form klarer zähflüssiger Tröpfchen, die den Wänden des Röhrchens fest anhaften. Die mikroskopische Untersuchung erweist ihre Flüssigkeit leicht. Bei Zusatz von absolutem Alkohol gerinnen die Tröpfchen sofort zu festem, sehr schön strukturiertem, feinem Schaum. — Fällt man die Lösung mit dem 2—3-fachen Volumen 95% Alkohol unter heftigem Umrühren oder Schütteln aus, so flockt der Niederschlag gut und ist zähklebrig, so daß er sich an die Glaswände und den Glasstab festsetzt, worauf die Flüssigkeit rein abgegossen werden kann. Die Substanz verhält sich also bei der Alkoholfällung vollkommen wie Dextrin.

3. Werden die Lösungen eingetrocknet, so restiert stets eine nicht krystallinische, glasige Masse, die sich in kaltem Wasser allmählich wieder löst.

4. Wird die trockene Substanz über Wasser in einer dampfgesättigten Atmosphäre aufgestellt, so wird sie unter Wasseraufnahme zunächst zähklebrig, gummiartig, und die in Wasser leichter löslichen Produkte zerfließen allmählich zu zähflüssigem Schleim, der sich bei Wasserzusatz klar löst. Wird die trockene Substanz in 75% Alkohol gebracht, so wird sie schon zähklebrig, die glasigen Lamellen werden dabei schlapp, trübe (feinschaumig) und klebrig.

5. Jodreaktion. a) Bei vorsichtigster Prüfung der Lösungen mit Jodlösung oder einem Jodkrystall konnte auch im Beginn der Färbung nie eine Spur von Bläuung beobachtet werden. Die mit ganz verdünnter Jodlösung vorsichtigst geprüfte Lösung wird zuerst eine Spur gelblich, dann sofort schwach weinrot und hierauf

immer tiefer purpurfarbig [purpureus *Saccardo*[1]]. Setzt man einer Lösung dagegen ganz wenig (auf 1 ccm der Lösung etwa 1 bis 2 Tropfen einer 0.5 % Stärkelösung) zu, so läßt sich bei vorsichtiger Jodfärbung die blaue Anfangsfärbung gut beobachten.

b) Wird zu der tief jodgefärbten Lösung festes Jodkalium gegeben, so wird sie rein und tiefbraun, und auch bei tagelangem Stehen tritt keine Spur von Ausscheidung auf.

c) Wird die tief jodgefärbte Lösung mit Chlorkalium gesättigt, so tritt bei den Produkten I und V rasch reichliche Ausfällung von braunviolettem Gerinnsel auf, das sich allmählich gut absetzt. Dagegen geben die Lösungen der Produkte II, III und VI bei gleicher Behandlung keine Fällung; die Farbe der letzteren Lösungen verändert sich aber nach der Sättigung mit Chlorkalium allmählich und geht durch Rotviolett und Blauviolett nach 24—48 Stunden in schwärzliches Blau über. Wird jetzt zu der so verfärbten Lösung *Meyer*'sche Jodjodkaliumlösung in nicht zu geringer Menge gegeben, so fällt sofort reichlicher braunvioletter Niederschlag aus wie bei I und V direkt. Das Gleiche tritt denn auch bei den Produkten II, III und VI sofort ein, wenn man ihre Lösungen zuerst mit dem gleichen bis doppelten Volumen *Meyer*'scher Jodlösung, also einem großen Überschuß derselben, versetzt und darauf mit Chlorkalium sättigt. Der braunviolette Niederschlag erweist sich mikroskopisch als feines klumpiges Gerinnsel und verändert seine Farbe auch bei viel Wasserzusatz nicht; die Farbe ist daher nicht etwa durch die Gegenwart von viel Jodkalium beeinträchtigt. — Wird zu den mit Jod gefärbten und mit Chlorkalium gesättigten Lösungen von II, III und VI ein Jodkrystall gegeben, so tritt nach 24stündigem Stehen ebenfalls braun-violette Ausscheidung auf.

d) Wird die jodgefärbte Lösung mit $^1/_3$ Volumen 50 % Schwefelsäure versetzt, so tritt bei dem von Chlorkalium nicht gefällten Produkten II, III und VI ebenfalls kein Niederschlag und auch keine wesentliche Veränderung der Farbe auf. Bei Zusatz von circa 2 Volumen *Meyer*'scher Jodjodkaliumlösung dagegen erfolgt sofort reichliche braunviolette Ausfällung der mit Schwefelsäure versetzten Lösung.

6. Mit 20 % Gerbsäure gaben sämtliche Produkte starke klumpig-schmierige Fällung, die sich beim Erwärmen wieder völlig löst.

7. Mit Barytwasser sofort reichliche flockige Fällung, die sich beim Erwärmen größtenteils wieder löst und beim Erkalten wiederkehrt.

[1]) S. *Saccardo, P. A.*, Chromotaxia s. Nomenclator colorum Patavii. 1894.

8. Mit Bleiessig keine Fällung, auch bei langem Stehen.

9. Mit Natronlauge erhitzt schön schwefelgelb.

10. Reduktion von alkalischem Kupfersulfat. Gar nicht reduzieren I, II, V, ganz wenig VI und ziemlich stark III.

Zum Zwecke einer weiteren Scheidung eventuell trennbarer Substanzen in den obigen Produkten wurde eine etwas größere Menge der mit Salzsäure dargestellten Substanz VI in kaltem Wasser gelöst und darauf mit 20% Gerbsäure gefällt, bis kein weiterer Niederschlag mehr auftrat. Nach 12stündigem Stehen im Eisschrank hatte sich der Niederschlag als zähe braune Schmiere gut abgesetzt. Die Flüssigkeit (1) wurde abfiltriert, der Niederschlag (2) mit 70% Alkohol mehrmals gewaschen, dann in warmem Wasser gelöst und successive zweimal mit viel Alkohol gefällt. Er war dann rein weiß und nach dem Trocknen ganz schwach gelblich, zum Teil ganz glasig durchsichtig, zum Teil auch weiß und undurchsichtig. Diese Substanz, welche mit Eisenchlorid keine Spur von Gerbsäurereaktion giebt, zeigt alle charakteristischen Reaktionen, die oben für die Ausgangssubstanz beschrieben wurden. Sie ist in kaltem Wasser langsam löslich und zerfließt in trockenem Zustand über Wasser in einigen Stunden zu klarem Gummi wie Dextrin. Sie friert nicht aus und giebt bei intensiver Jodfärbung mit Chlorkalium keine Fällung, sondern erst bei starkem Jodüberschuß, d. h. auf Zusatz von viel Jodjodkaliumlösung oder eines Jodkrystalls, so wie oben beschrieben. Sie reduzierte alkalische Kupfersulfatlösung nicht.

Die von dem Gerbsäureniederschlag abfiltrierte Lösung (1) wurde auf dem Wasserbad stark eingeengt und darauf mit viel Alkohol gefällt, wieder gelöst und nochmals gefällt. Die erhaltene Substanz ist ziemlich bräunlich und in kaltem Wasser leicht löslich. Ihre Lösung wird weder von Gerbsäure noch Barytwasser gefällt. Die auf dem Uhrglas eingetrocknete Substanz wurde dann mit kaltem 50% Alkohol ausgezogen, wobei sich fast alles auflöste. Der trockene Rückstand dieser alkoholischen Lösung löste sich in kaltem Wasser leicht und ergab bei Prüfung mit Jod zuerst ganz schwach weinrote, dann rein braune Farbe; bei Zusatz von Chlorkalium oder Schwefelsäure ziemlich reichliche blaue Fällung. Bei Frieren der Lösung schied sich nichts aus. — Darauf wurde die mit etwa 1/4 Volumen 50% Schwefelsäure versetzte Lösung mit *Meyer*scher Jodjodkaliumlösung ausgefällt, einige Tage absitzen gelassen und, da der Niederschlag (1^2) durch das Papierfilter ging, durch ein Thoncylinderchen filtriert. — Das Filtrat (1^1) wurde alsdann mit viel

Alkohol gefällt, der Niederschlag mit 75 % Alkohol mehrfach gewaschen, in wenig Wasser gelöst und gekocht zur Entfernung des Jods. Die wässerige Lösung dieser von Jod und Schwefelsäure nicht gefällten Substanz (1^1) giebt nun mit Jod von Anfang an reine und schwach braune Färbung, die bei Zusatz von Jodkalium gelb wird. Bei Sättigung mit Chlorkalium tritt keine Farbenveränderung ein und in 4 Tagen keinerlei Niederschlag. Dieser Körper ist daher als ein gewöhnliches Dextrin zu beurteilen, das mit Spuren einer sich mit Jod braun färbenden Substanz verunreinigt ist. Der durch Jod und Schwefelsäure gefällte Körper (1^2) wurde nach Auswaschen mit Alkohol in heißem Wasser gelöst. Die Lösung gab mit Jod zuerst schwach blaue, schließlich tief purpurne Färbung. Bei Zusatz von Jodkalium wurde die Farbe rein braun und nach 24 Stunden zeigte sich schwache Fällung auf dem Boden. Mit Jod und Chlorkalium trat sofort reichliche blaue Fällung auf.

Es schien angezeigt, auch die Ausfällung durch Jod und Schwefelsäure zur Ermittelung einer eventuellen komplizierteren Zusammensetzung der Klebreisstärkeprodukte zu versuchen. Zu diesem Zwecke wurde eine größere Partie des mit Salzsäure dargestellten Produktes VI (p. 458) in kaltem Wasser gelöst, die Lösung mit dem doppelten Volumen *Meyer*'scher Jodjodkaliumlösung versetzt und darauf durch Zusatz einer mäßigen Quantität 50 %iger Schwefelsäure ausgefällt. Die von diesem Niederschlag (α) nach 24stündigem Absitzen abfiltrierte Flüssigkeit war noch tief braun und gab bei weiterem Zusatz von etwas *Meyer*'scher Jodjodkaliumlösung und 50 %iger Schwefelsäure neuerdings Fällung. Sie wurde daher auf diese Weise nochmals ausgefällt und der Niederschlag (β) nach 24stündigem Absitzen abfiltriert. Die beiden Niederschläge α und β wurden zuerst mit einem Gemisch von M.Lösung und Schwefelsäure gewaschen, darauf gründlich mit 95 % Alkohol, dann in Wasser gelöst. Die noch vorhandene Spur von Schwefelsäure wurde mit Ammoniak neutralisiert, das Jod durch Kochen entfernt und dann mit viel Alkohol ausgefällt. Die beiden so erhaltenen Körper bezeichnen wir als α und β. — Aus dem Filtrat von der zweiten Fällung (β) wurde bei weiterem Zusatz von Schwefelsäure und M.Lösung nur wenig bräunliches Gerinnsel ausgeschieden. Das Filtrat wurde daher mit viel 95 % Alkohol unter heftigem Schütteln ausgefällt, der Niederschlag nach Auswaschen mit Alkohol wieder in wenig Wasser gelöst, die schwach saure Reaktion mit ein wenig Ammoniak neutralisiert und zum zweiten Mal mit Alkohol gefällt, der so erhaltene Körper (γ) dann getrocknet.

Die Reaktionen der auf diese Weise erhaltenen drei Körper α, β und γ sind sich sehr ähnlich, zeigen aber doch gewisse Unterschiede, wie die nachfolgende Tabelle ergiebt:

	α	β	γ
Der getrocknete Körper ist in kaltem Wasser	Leicht und klar löslich	Ebenso	Ebenso
In dampfgesättigter Atmosphäre	Wird in 24 Stunden zäher Gummi, der sich bei Zusatz von Wasser trübt, jedoch fast völlig löst	Zäher durchsichtiger Gummi, der sich bei Wasserzusatz völlig löst	Zäher weißer Gummi, der sich bei Wasserzusatz unvollständig löst, indem schollige weiße Masse zurückbleibt
Die Lösung mit Jod; zuerst ganz verdünnte Lösung von Jod	Zuerst rein und schwach blau, dann weinrot und endlich tief purpur. Etwas mehr blauviolett wie β.	Zuerst weinrot (keine Spur blau) und schließlich tief rotpurpur.	Zuerst gelbbraun und schließlich tief kastanienbraun
Sättigung der jodierten Lösung mit Chlorkalium	Wird tief rotviolett, keine Fällung	Ebenso	Tief rotbraun, keine Fällung
Zusatz von dem gleichen Volum *Meyer*'scher Jodjodkaliumlösung, darauf Sättigung mit Chlorkalium	Sofort sehr reichlicher Niederschlag, der mikroskopisch rein violett (rotviolett)	Ebenso. Niederschlag mikroskopisch braunviolett	Wird zunächst rotbraun, ohne Niederschlag; schon nach $^1/_2$ Stunde aber viel brauner Niederschlag.
20% Gerbsäure	Sehr starker Niederschlag	Ebenso	Ebenso.
Barytwasser[1])	Sehr starker Niederschlag, der sich bei Erwärmen bis auf schwache Trübung löst und bei Erkalten wiederkehrt. Wird dabei nicht gelb.	Ebenso. Beim Erwärmen löst sich der Niederschlag wieder völlig. Nicht gelb.	Mässiger Niederschlag, der bei Erwärmen wenig schwindet. Nicht gelb.

[1]) Die Prüfung mit Chlorbaryum ergiebt bei allen drei Körpern Anwesenheit geringer Spuren von Schwefelsäure, am geringsten, kaum bemerkbar, bei β.

Das Verhalten des Körpers γ in feuchter Atmosphäre wies darauf hin, daß er möglicherweise ein Gemenge zweier verschiedener Substanzen sei. Um dieses etwas weiter zu prüfen, wurde der Körper γ über Wasser gestellt und der zähe weiße kautschukartige Gummi darauf mit 50% Alkohol behandelt, wobei sich viel auflöste; doch blieb auch eine erhebliche Menge feines Material ungelöst, weshalb die Lösung milchig erschien. Das abgesetzte Ungelöste (γ^1) wurde mit 50% Alkohol gewaschen: mikroskopisch besteht es aus feinem globulitisch-sphärischen Gebilden ohne deutlich erkennbare Doppelbrechung, was jedoch wahrscheinlich nur Folge ihrer Kleinheit ist. In kaltem Wasser ist diese Substanz (γ^1) wenig löslich, beim Erwärmen löst sie sich jedoch leicht und völlig klar. Die Reaktionen der Lösung sind im wesentlichen ganz dieselben wie die der Substanz γ. Die Fällungen mit Gerbsäure und Barytwasser entstehen beide langsam, so daß sie erst allmählich beim Stehen auftreten. Die mit Alkohol bis zur Trübe versetzte Lösung setzte in 24 Stunden einen Bodensatz aus kleinen flüssigen Tröpfchen ab. In feuchter Atmosphäre zerfloß die eingetrocknete glasige Substanz nicht, wurde dagegen weiß und trübe.

Das aus der Substanz γ durch kalten 50% Alkohol Gelöste (γ^2) wurde eingetrocknet. Der glasige Rückstand zerfloß in 48 Stunden über Wasser zu leichtflüssigem Gummi, der bei Zusatz von kaltem Wasser ohne Rückstand in Lösung ging. Die Reaktionen dieser Lösung waren genau dieselben wie die von γ^1, so daß es den Anschein hat, als wenn es sich nur um zwei verschiedene Modifikationen derselben Substanz handle.

e) Beurteilung der Ergebnisse und der Klebreisstärke überhaupt. Die vorstehend mitgeteilten Resultate meiner Untersuchungen über die aus der Klebreisstärke auf verschiedenem Wege gewonnenen Produkte ergaben folgendes.

Jedenfalls sind diese Produkte I—VI keine einheitlichen Körper, sondern Gemenge. In diesem Gemenge findet sich, wie die Untersuchung (s. p. 462) ergab, einmal etwas Dextrin, jedoch soweit ersichtlich in nur mäßiger Menge. Gleichzeitig wurde bei dieser Untersuchung noch ein Körper (1^2 p. 462) in geringer Menge angetroffen, der durch Gerbsäure nicht fällbar ist und in seinem Verhalten gegen Jod sich ähnlich wie Amylodextrin verhält. Es muß jedoch bei dieser Gelegenheit daran erinnert werden, daß, wie p. 456 näher dargelegt wurde, aus der Klebreisstärke auf direkterem Wege kein Amylodextrin gewonnen werden konnte. Es ist daher eher wahrscheinlich, daß sowohl das Amylodextrin als das Dextrin, die übrigens nur in

dem mit Salzsäure bereiteten Produkt VI nachgewiesen wurden, erst bei der Bereitung entstandene Umwandlungsprodukte sind.

Die Hauptmasse dieser Klebreisstärkeprodukte bildet ein Körper, der in seiner wasserlöslichen Form, wie er in den Produkten I—VI vorliegt, sich, soweit feststellbar, durch folgende Reaktionen auszeichnet.

Wie die Amylose wird er durch Gerbsäure und Barytwasser ausgefällt und reduziert *Fehling*'sche Lösung nicht. Im Gegensatz zu der Amylose friert er nicht aus und wird aus den Lösungen durch Alkohol stets in Form von zähflüssigen Tropfen abgeschieden. Ebenso ist er wie Dextrin sehr hygroskopisch und wird daher über Wasser gummiartig weich. Mit Jod färbt er sich sowohl in festem Zustand als in Lösung purpurn und die jodierte Lösung wird bei Zusatz von Jodkalium rein braun, ohne eine Spur von Fällung. — Einen weiteren Unterschied gegen die Amylose zeigt er darin, daß er beim Eintrocknen mit 5% Gelatinelösung nie irgendwelche Sphären ergiebt.

Von dem Amylodextrin unterscheidet sich diese Substanz einmal durch den vorhin geschilderten dextrinartigen Charakter, durch die Fällung durch Gerbsäure, durch die Purpurfarbe der Jodverbindung und die braunviolette Farbe der durch Chlorkalium oder Schwefelsäure ausgefällten Jodverbindung. Gemeinsam hat die Substanz mit Amylodextrin die Nichtfällbarkeit der Jodverbindung durch Jodkalium und die dabei auftretende braune Verfärbung.

Die auf p. 462 mitgeteilte Versuchsreihe, d. h. die successive Ausfällung der Lösung mit Jodjodkaliumlösung im Überschuß und Schwefelsäure macht es wahrscheinlich, daß in dem Produkte VI, und daher vermutlich auch den übrigen, zwei sehr nahestehende derartige Körper vorhanden sind, welche sich wesentlich nur durch ihre Jodfarbe unterscheiden, nämlich ein sich purpurn (α und β) und ein sich rein braun färbender (γ). Dieser sich rein braun färbende Körper hat viel Ähnlichkeit in seinen Reaktionen mit dem Glykogen.

Wenn wir nun bedenken, daß die Klebreisstärke in ihrer Jodfärbung genau dieser Hauptsubstanz der aus ihr dargestellten Produkte entspricht, und daß ferner nichts dafür spricht, daß in der gereinigten Klebreisstärke direkt Amylodextrin oder Dextrin enthalten

[1]) Es ließ sich auch daran denken, daß die braunviolette Farbe des Niederschlags der jodierten Lösung mit Chlorkalium oder Schwefelsäure auf der Mischung eines blauen und eines braun ausfallenden Körpers beruhe; für wahrscheinlich erachte ich dies nicht.

sei, so ergiebt sich, meiner Meinung nach, als die einzig mögliche Auffassung, daß die Klebreisstärkekörner sich zu der Hauptsubstanz der aus ihr gewonnenen wasserlöslichen Produkte ebenso verhalten, wie die gewöhnlichen Stärkekörner zu der aus ihr gewonnenen wasserlöslichen Amylose. Meine Ansicht geht daher dahin, daß die sog. Stärkekörner des Klebreises und entsprechend sich verhaltende in der Hauptsache aus der unlöslichen Modifikation eines besonderen stärkeähnlichen Kohlehydrats bestehen, das man nach *Dafert's* Vorschlag als Erythroamylum bezeichnen könnte, das ich jedoch vorziehe Amyloerythrin zu nennen, da *Brücke* (72) die Bezeichnung Erythroamylum schon für ein Umwandlungsprodukt der Amylose verwendete (s. weiter unten). Mit der in den gewöhnlichen Stärkekörnern vorliegenden unlöslichen Modifikation der Amylose teilt dieses unlösliche Amyloerythrin die Eigenschaft, daß es in heißem Wasser stark quillt und verkleistert, dabei zum Teil in Lösung gehend.

Wurde einer 10%igen Dextrinlösung etwas von dem Klebreisprodukt VI (mit ClH bereitet, p. 458) zugesetzt, so erwiesen sich die Reaktionen unverändert, vor allem die Ausfällung mit dem 2fachen Volumen *Meyer*'scher Jodlösung und Chlorkalium, sowie die Fällungen mit Gerbsäure und Barytwasser. Auch nach erheblicher Verstärkung der Dextrinbeimischung wurden die Reaktionen nicht verändert.

Aus diesen Erfahrungen und den früher aufgeführten über die Beimischung von Dextrin zu Amylose- und Amylodextrinlösungen folgt also, daß die charakteristischen Reaktionen der wesentlichen Substanz der Klebreisstärkekörner nicht durch eine Beimischung von Dextrin zu anderen stärkeartigen Verbindungen hervorgerufen sein können.

A. *Meyer* (1886 und 1891) vertritt die Meinung, daß die sich braun bis rot färbenden Körner des Klebreises, von Sorghum etc. kein besonderes Kohlehydrat (Erythroamylum) enthielten, daß vielmehr ihre von den gewöhnlichen Stärkekörnern abweichenden Eigenschaften nur auf der Beimischung einer gewissen Quantität von Amylodextrin und viel Dextrin beruhen. 1886 (p. 385) bemerkt er als zusammenfassendes Ergebnis seiner Untersuchungen folgendes: „Wie gesagt, geht aus dem Mitgeteilten mit Wahrscheinlichkeit hervor, daß die Klebreisstärke außer der geringen Menge von Stärkesubstanz, welche ihre Quellbarkeit bedingt, nur wenig Amylodextrin und sehr viel Dextrin enthält." 1895 (p. 81) lautet dagegen sein Urteil, das sich auf eigene Untersuchungen und die unter seiner Leitung ausgeführten

Shimoyama's stützt, wesentlich anders. Hier scheint die Gegenwart von Dextrin in den roten Körnern, das nach den Angaben von 1886 in sehr großer Menge vorhanden sein sollte, wieder unsicher. Zwar enthalten die bei 30—50° hergestellten wässerigen Extrakte „wahrscheinlich Dextrin": doch heißt es einige Zeilen weiter unten: „Stellt man die Stärkekörner (d. h. die des Klebreises) frei von Zellresten dar, so wird vielleicht kein Dextrin mehr darin zu finden sein" (p. 81). Dieser Ausspruch kann doch nur so gedeutet werden, daß *Meyer* die Gegenwart von Dextrin in den Körnern selbst für unwahrscheinlich hält. — Abgesehen von dem Dextrin sollen nun die roten Körner nach *Meyer* aus wenig Amylose und auch (1885) wenig Amylodextrin bestehen. Fragen wir nun nach dem Nachweis für die Gegenwart dieser beiden Kohlehydrate. Amylose soll sowohl in Form von β- als α-Amylose vorhanden sein. Beweis dafür sei „die Quellbarkeit und die Jodfärbung der Stärkekörner und des gereinigten Kleisters" (95, p. 81). Über die Jodfärbung bemerkt *Meyer* (p. 86, speziell für Sorghum), daß das Korn sich „zuerst schwach rotviolett, da es neben Amylodextrin β-Amylose enthält" färbt, „setzt man mehr Jodjodkalium zu, so überwiegt die Amylodextrin-Färbung und es tritt schließlich Braunfärbung auf". Diese Schlüsse gründen sich also auf die zunächst ganz unbewiesene und unwahrscheinliche Annahme, daß die Färbung der Körner wesentlich von Amylodextrin bedingt sei, und, da die Anfangsfärbung „rotviolett" gefunden wurde, so müsse dies darauf beruhen, daß die braune Farbe des Amylodextrins durch eine Beimischung von Blau in Rotviolett verwandelt werde. Ein solcher Schluß scheint mir dagegen ganz unstatthaft. Wenn thatsächlich Amylose auch nur in geringer Quantität vorhanden wäre, so müßte sich dieselbe bei vorsichtiger Manipulation als blaue Anfangsfärbung erkennen lassen, da sie ja zunächst alles Jod an sich nimmt. Derartiges hat aber *Meyer* nicht beobachtet und auch ich habe es bei den Klebreiskörnern nie gesehen.

Aus allem geht hervor, daß β-Amylose, selbst wenn man ihren Nachweis zugeben wollte, höchstens in Spuren anwesend sein kann. Daß in den Extrakten der Klebreisstärke sich Spuren von β-Amylose finden können, ja müssen, ist klar, da alle Beobachter angeben, daß den Klebreiskörnern stets eine kleine Menge von gewöhnlichen Reiskörnern beigemischt ist. Ein völliges Auslesen der letzteren war auch mir nicht möglich.

Meyer ist nun aber ferner der Ansicht, daß die Gegenwart der β-Amylose in den Klebreisstärkekörnern durch ihre Quellbarkeit und

Verkleisterungsfähigkeit bewiesen werde. Ein solcher Schluß behauptet also, daß es außer der β-Amylose kein verkleisterungsfähiges Kohlehydrat geben könne, und setzt daher die Gegenwart eines solchen auch da voraus, wo die sonstigen Reaktionen, insbesondere die Jodfärbung, davon nichts zeigen. Eine solche Voraussetzung aber scheint mir eine Annahme, die sich auf keinen thatsächlichen Beweis stützt.

β-Amylose also, welche, wie wir oben sahen, nur spurenweise höchstens vorhanden sein könnte, soll die Bedingung und der Grund sein, daß die roten Körner ebenso intensive Lösungsquellung und Verkleisterung zeigen wie gewöhnliche Stärkekörner, welche in ihrer ganzen Substanz aus Amylose bestehen. Diese Anschauung scheint mir mit der gesamten Sachlage in Widerspruch.

A. Meyer will jedoch auch sog. α-Amylose in der roten Reisstärke nachgewiesen haben (95, p. 81, p. 9). Bei 10stündiger Behandlung derselben mit 1,56% Salzsäure bei 80° soll sie bis auf **0,07** % Rückstand aufgelöst werden. Diese 0,07% Rückstand sollen nun α-Amylose sein. Ob der Rückstand genauer untersucht wurde, wird nicht berichtet. Ich habe oben p. 454 mitgeteilt, daß nach meinen Erfahrungen die Klebreisstärkekörner unter diesen Bedingungen sehr rasch völlig gelöst werden. Ich bin daher auch der Meinung, daß die 0,07% Rückstand wahrscheinlich nur Verunreinigungen, vor allem Zellhautreste, d. h. eigentliche Cellulose waren.

Wie steht es nun mit dem Nachweis des Amylodextrins in den Klebreiskörnern? Hinsichtlich der wässerigen Extrakte der Klebreisstärke bemerkt *Meyer* (95, p. 81): „Es schien demnach (d. h. nach der Jodreaktion), als ob Amylodextrin, welches mit Dextrin und Amylose verunreinigt sei, in diesem Extrakt zugegen sei. In krystallisierter oder reiner Form wurde das Amylodextrin nicht abgeschieden." Von einem einigermaßen sicheren Nachweis des Amylodextrins ist also keine Rede; p. 86 dagegen heißt es, „daß die Substanz, welche bei der Quellung der Stärkekörner (d. h. der sog. roten Körner von Sorghum) scheinbar schwindet, Amylodextrin ist, läßt sich mikrochemisch nachweisen. Erhält man die Stärkekörner unter dem Deckglas einige Zeit mit Wasser auf 70°, setzt dann Jodjodkalium hinzu, so färbt sich die wässerige Lösung intensiv rot." Dieser angebliche Nachweis des Amylodextrins wäre nur zutreffend, wenn das Amylodextrin das einzige Kohlehydrat wäre, das sich in wässeriger Lösung rot färbt. Da jedoch alle Eigenschaften der roten Stärkekörner mit Amylodextrin nicht übereinstimmen und auch die Jodreaktionen der festen Körner wie die der Lösung sich vom Amylodextrin

völlig verschieden erweisen, wie p. 452 u. 459 genauer dargelegt wurde, so liegt doch die, auch schon von *Dafert* anerkannte Thatsache sehr nahe, daß es außer dem Amylodextrin noch manche andere Kohlehydratmodifikationen giebt, die sich mit Jod rot bis braun färben. Ich werde selbst im weiteren Verlauf einige derselben zu charakterisieren haben.

Aus was beständen denn aber die roten Körner eigentlich nach *Meyer*'s Anschauung von 1895? α-Amylose findet sich darin angeblich 0,07 %, β-Amylose kann wegen der Jodfärbung höchstens spurenweise darin sein; Dextrin ist nach *Meyer* in den „von Zellresten freien Körnern vielleicht nicht mehr zu finden"; demnach bliebe eigentlich nur das Amylodextrin als wesentlicher Bestandteil übrig und dies widerspricht doch offenbar allen Erfahrungen über die Eigenschaften dieser Körner. Eigentlich gründet sich ja die Rolle, welche *Meyer* dem Amylodextrin an dem Aufbau der roten Körner zuschreibt, nur auf die Vorstellung, daß ein der Amylose verwandtes Kohlehydrat, das sich mit Jod braun oder rot färbt, unbedingt Amylodextrin sein müße.

f) Die sog. Paraglykogen- oder Zooamylumkörner der Gregarinen etc. als wahrscheinlich identisch mit der Klebreisstärke. Ich möchte an dieser Stelle noch auf ein wahrscheinliches Vorkommen des Amyloerythrins hinweisen, das in zoologischer Hinsicht von Interesse ist.

Im Jahre 1870 entdeckte ich, daß die im Plasma der Gregarinen (speziell Gregarina blattarum v. Sieb.) meist massenhaft vorhandenen Körner sich mit Jod braunrot bis braunviolett färben und bei Schwefelsäurezusatz, unter Aufquellen, schön weinrot bis veilchenblau werden. Ich schloß damals, daß die Körner eine dem sog. Amyloid verwandte Substanz seien. 1885 wurde ich durch einen Angriff *Frenzel*'s auf die Richtigkeit meiner Beobachtungen veranlaßt, den Gegenstand etwas genauer zu verfolgen, wobei ich meine früheren Beobachtungen in jeder Hinsicht bestätigt fand. Die genauere Erforschung ließ jedoch feststellen, daß die Körner schon in heißem Wasser stark quellen und dabei dieselbe Veränderung der Jodfarbe erfahren wie durch Schwefelsäure; daß sie ferner durch Kochen mit Wasser gelöst werden und diese Lösung mit Jod sich wein- bis purpurrot färbt. Die Lösung reduzierte *Fehling* nicht, dagegen in der Regel, nachdem sie mit Schwefelsäure einige Zeit gekocht war; wogegen bei Behandlung mit Speichel kein reduzierender Zucker nachzuweisen war[1]).

[1]) Wie oben p. 454 mitgeteilt wurde, wird Klebreisstärke im Speichel leicht und völlig gelöst und die erhaltene Flüssigkeit reduziert ausgiebig.

Aus diesen Erfahrungen schloß ich, daß die Körner eine gewisse Verwandtschaft mit dem Glykogen hätten, und schlug daher vor, sie Paraglykogen zu nennen.

Kurze Zeit darauf (1886) teilte auch *Maupas* seine Erfahrungen über die Gregarinenkörner mit. Er zeigte vor allem, daß sie zwischen gekreuzten Nicols das dunkle Kreuz geben; auch seien die größeren zuweilen deutlich geschichtet. Die Jodfärbung und die Löslichkeitsverhältnisse in Wasser fand er etwa wie ich, dagegen weicht er von mir darin sehr wesentlich ab, daß nach ihm die Wasserlösung auch schon ohne vorherige Behandlung mit Schwefel- oder Salzsäure reduzieren soll. Da diese Angabe meinen eigenen Erfahrungen widerspricht, so halte ich sie für zweifelhaft. — Dagegen muß ich *Maupas* durchaus beistimmen, wenn er hervorhebt, daß die Eigenschaften der Gregarinenkörner ihnen mehr einen Platz in der Nähe der Stärke, als bei dem Glykogen anwiesen. Er weist vor allem auf die Florideenstärke hin, die sich ganz ähnlich gegen Jod verhalte. Doch hält er den Namen Zooamylum für geeigneter, als Paraglykogen. Wie gesagt, gebe ich dies zu und halte es jetzt für sehr wahrscheinlich, daß die Gregarinenkörner identisch sind mit den Klebreisstärkekörnern und den sich ähnlich verhaltenden anderer Pflanzen, wohl auch denen der Florideen.

6. Amyloporphyrin.

Da bei den Untersuchungen über die Umwandlungsprodukte der Stärke und namentlich auch der Klebreisstärke die Frage nach dem Einfluß beigemischten Dextrins hervortrat, so wurde ich veranlaßt, auch dem Dextrin einige Aufmerksamkeit zuzuwenden. Von käuflichen Dextrinen untersuchte ich 3 verschiedene Sorten: 1. zwei sog. Gommeline (1a und 1b); 1a verdanke ich der Freundlichkeit des Herrn Dr. *Trommsdorff* in Heidelberg, 1b bezog ich von *Merck* in Darmstadt; 2. ein sog. Dextrinum purissimum alcohol. praecipitat. wurde gleichfalls von *Merck* bezogen.

Daß diese Körper Gemische verschiedener Stoffe sind, ergiebt sowohl ihr Verhalten gegen Wasser, als auch ihr Verhalten gegen Jod. Im allgemeinen werde gleich betont, daß sich aus den Lösungen dieser Dextrine durch Gefrieren und Wiederauftauen nichts abscheiden läßt.

Das Gommelin 1a ist in kaltem Wasser leicht und sozusagen

völlig löslich. Es bleibt ein geringer weißlicher Rückstand, der nach der mikroskopischen Untersuchung, abgesehen von gewissen zufälligen Verunreinigungen, wesentlich aus wenig veränderten Stärkekörnern besteht. Dieselben färben sich mit Jod ziemlich rein blau, sind daher wenig oder nicht umgewandelt. — Wenn man die Gommelinstücke (1 a) dagegen in einer feuchten Atmosphäre über Wasser aufstellt, so zerfließen sie in einigen Tagen zu einer weißlichen Schmiere. Wird diese mit einer mäßigen Menge kalten Wassers behandelt, so bleibt nun eine ziemliche Quantität scholliger weißer Substanz (1 a^1) ungelöst zurück und erweist sich auch beim Auswaschen mit viel kaltem Wasser ziemlich unlöslich. Mit einem Jodkrystall färbt sich dies Ungelöste braun. Bei Erwärmen löst es sich in Wasser leicht, während die verunreinigenden Stärkekörner zurückbleiben. Die Lösung ergiebt mit Jod zuerst schwach blaue, dann blauviolette und schließlich tief purpurne Farbe; bei Zusatz von Jodkalium wird die jodierte Lösung rein braun ohne Fällung. Bei Sättigung der jodierten Lösung mit Chlorkalium oder bei Zusatz von 50 % Schwefelsäure tritt reichliche, rein blaue Ausfällung auf. Gerbsäure und Barytwasser ergaben Fällungen. Bei Ausfrieren nichts. Im allgemeinen zeigt auch die Lösung dieses Gommelins 1 a in kaltem oder warmem Wasser die eben angegebenen Reaktionen.

Die Lösung dieser Substanz 1 a^1 wurde hierauf mit Gerbsäure ausgefällt, die schmierige Fällung in bekannter Weise weiterbehandelt. Der durch Alkohol abgeschiedene Körper zeigte dieselben Reaktionen wie die ursprüngliche Substanz 1 a^1, nur färbte er sich mit Jod sofort weinrot, nicht blau, und schließlich tief purpurn. — Aus dem durch Gerbsäure nicht gefällten Filtrat 1 a^2 wurde, nach Einengung, durch Alkoholfällung ein Körper erhalten, der nach seinen Reaktionen gegen Jod, Jod und Jodkalium, Jod und Chlorkalium, Gerbsäure und Barytwasser als Amylodextrin gedeutet werden musste.

Da die von der Substanz 1 a^1 abfiltrierte Gommelinlösung mit Jod und Schwefelsäure noch reichliche Fällung ergab, so wurde sie mit dem doppelten Volumen *Meyer*'scher Jodjodkaliumlösung und soviel 50 % Schwefelsäure versetzt, bis reichliche, tiefblaue Ausfällung eintrat. Nach 24stündigem Absitzen wurde der Niederschlag abfiltriert, zuerst mit *Meyer*'scher Lösung und Schwefelsäure, dann mit 95 % Alkohol gewaschen, hierauf in Wasser gelöst, mit einer Spur Ammoniak völlig neutralisiert, das Jod durch Kochen entfernt, darauf mit Alkohol gefällt und der erhaltene Körper 1 a^3 getrocknet.

Das Filtrat von dem durch Jod und Schwefelsäure gefällten

Körper ($1a^3$) wurde mit Alkohol gefällt, wieder gelöst und die Fällung noch zweimal wiederholt. Die Lösung dieses Körpers ($1a^4$) ergab folgende Reaktionen:

Mit Jod rein braun, schließlich tief kastanienbraun.

Jodiert und darauf Jodkalium keine Fällung, nur die Farbe brauner.

2 Volumen *Meyer*'scher Lösung und darauf Chlorkalium, nach einiger Zeit reichliche Ausfällung von schwärzlichblauer Farbe.

Gerbsäure zunächst keine Fällung, nach einigen Stunden reichliche Ausfällung als klare Tropfen auf dem Boden.

Barytwasser sofort ziemlich reichlicher Niederschlag, der bei Erwärmen schwindet und wiederkehrt. Der Niederschlag setzt sich als flüssige Tröpfchen ab. (Prüfung mit BaCl ergiebt nur Spur von Trübung [Schwefelsäure].)

Die Lösung friert nicht aus.

In kaltem Wasser leicht löslich; in feuchter Atmosphäre in kurzer Zeit zu klarem, leichtflüssigem Gummi zerfließend, der sich in 50% Alkohol bis auf geringe Trübung löst. Bei Zusatz von etwas mehr Alkohol zu dieser Lösung erfolgt Trübung, die sich nach einiger Zeit in klaren, zähflüssigen Tropfen absetzt. Durch successive Erhöhung des Alkoholgehalts wurde die ursprüngliche Substanz $1a^4$ in fünf Anteile zerlegt, welche successive nacheinander ausgefällt waren. Die Prüfung dieser fünf Anteile auf die oben aufgezählten Reaktionen der Ausgangssubstanz $1a^4$ ergab bei allen wesentlich die gleichen Reaktionen. Nur die Quantität der Fällung durch Gerbsäure vermindert sich bei den letzten Fällungen durch Alkohol (4 und 5) anscheinend. Aus diesem fast gleichen Verhalten der fraktionierten Anteile vermag ich nur zu schließen, daß die Substanz $1a^4$ in der Hauptsache einheitlicher Art und kein Gemisch sein muß.

Die durch Jodjodkalium und Schwefelsäure ausgefällte Substanz $1a^3$ zerfloß in dampfgesättigter Atmosphäre nur wenig, d. h. sie wurde zunächst zu klaren, kautschukartig zähen Tropfen; dieselben wurden bei weiterem Aufenthalt in dem dampfgesättigten Raum opak' weiß und waren nach einiger Zeit großenteils zersprungen, müssen also ihr Volumen verringert haben. Die ganze Erscheinung macht den Eindruck einer vor sich gehenden Umwandlung.

Die so erhaltene Masse wurde hierauf successive dreimal mit ziemlich viel 50% Alkohol und dann zweimal mit kaltem Wasser extrahiert.

Der auf diese Weise restierende Körper $1a^{31}$ zerfloß über Wasser nicht mehr, doch war schwache Abrundung der Form und Ankleben auf dem Boden des Uhrglases noch zu beobachten. In Wasser von 58° löste er sich wenig, beim Erwärmen auf 100° dagegen leicht zu klarer Flüssigkeit. Diese Lösung wurde gefroren, wobei die Substanz sehr reichlich ausfror und zwar besaß das Ausgefrorene völlig die charakteristischen Formen der ausgefrorenen Amylose: die Hauptmenge bestand aus Kügelchen, kolbigen Fäden und Lamellen, die vielfach senkrecht einander aufgewachsen waren. Einen sehr eigentümlichen Unterschied von den Ausfrierungsprodukten der Amylose zeigen jedoch die des Körpers $1a^{31}$ darin, daß ihre Substanz selbst bei recht starken Vergrößerungen ganz homogen erscheint, während die entsprechenden Gebilde der Stärke die charakteristische feine globulitisch-wabige Struktur zeigen.

Die Substanz $1a^{31}$ besitzt nun folgende charakteristische Reaktionen:

In Wasser ist sie schon bei gelindem Erwärmen leicht und klar löslich.

Mit 20% Gerbsäure sofort starke Fällung, die sich als tropfige Masse absetzt.

Mit Barytwasser sofort starke Fällung, die sich flockig absetzt, doch verklebend und daher jedenfalls etwas zähflüssig.

Mit Bleiessig keine Fällung.

Mit Alkohol bis zur Trübe versetzt, allmählich Abscheidung von zähflüssigen Tröpfchen.

Jodreaktionen. Die feste Substanz färbt sich mit Jodkrystall unter dem Deckglas zuerst vielleicht eine Spur blau, darauf weinrot bis purpurfarbig und bei starker Jodwirkung in nächster Umgebung des Jodkrystalls braun.

Beim Erwärmen geht alles Jodgefärbte in Lösung, abgesehen von ganz wenigen Fetzchen, die blau sind und eine wohl nur zufällige Verunreinigung bilden.

Wird zu der jodgefärbten Substanz etwas 50% Schwefelsäure gegeben, so tritt allmählich tiefe Bläuung ein, die schließlich bis zu fast reinem Berlinerblau fortschreitet.

In gleicher Weise wird die in Wasser aufgestellte Substanz durch vorsichtigen Zusatz von Chlorzinkjod tief gebläut. Da Chlorzinkjod stark lösend wirkt, so ist, wie gesagt, vorsichtige Behandlung notwendig.

Mischt man der Substanz etwas Arrowrootstärkekörner bei, so ist deutlich wahrzunehmen, daß letztere schon in einer Entfernung von dem Jodkrystall bläulich gefärbt sind, in welcher die fragliche Substanz noch keine Farbe erkennen läßt. Hieraus folgt, daß die Arrowrootstärke zunächst das Jod aufnimmt.

Wird die aufgetrocknete Substanz mit *Meyer*'scher Jodlösung behandelt, so färbt sie sich tief purpur, wobei sofort viel von ihr in blauviolette Lösung geht; allmählich färbt sich das Nichtgelöste immer blauer und in 24 Stunden ist alles tief indigoblau. Auch die im Wasser befindliche Substanz ließ sich bei Zusatz von *Meyer*'scher Lösung allmählich bläuen.

Wird der Körper, auf dem Deckglas aufgetrocknet, über einen Jodkrystall gestellt, und darauf am Rande des Deckglases Wasser zugegeben, so färbt sich die Substanz erst bräunlich, dann tief purpur und schließlich tief blau. Die blaue Masse tritt zuerst um die Substanzpartikel auf, schließlich werden letztere aber durch und durch blau. In gleicher Weise erfolgt auch Bläuung, wenn man zwischen der aufgetrockneten Substanz *Meyer*'sche Lösung in ganz dünner Schicht vorkriechen läßt.

Die Lösung färbt sich mit Jod im auffallenden Licht zuerst schwach indigoblau (im durchfallenden Licht ist die Farbe doch ausgesprochen violett), hierauf intensiv blauviolett und schließlich tief purpurn (bei starker Verdünnung schön rotpurpur).

Darauf mit Jodkalium rein braun und keine Spur von Fällung.

Bei Sättigung mit Chlorkalium sofort reiche, rein tiefblaue Fällung. Zusatz einer ansehnlichen Menge Dextrin zu der Lösung verhindert diese Reaktion nicht, doch tritt die Ausfällung langsamer ein; in 24 Stunden jedoch sehr reiche Ausfällung.

Wird die jodierte Lösung mit einer mäßigen Quantität fester Arrowrootstärke geschüttelt, so wird ihr das Jod zum größten Teil entzogen; über der blauen Arrowrootstärke bleibt eine schwach blauviolette Lösung.

Das aus der ursprünglichen Substanz $1a^3$ durch 50 % Alkohol und darauf durch kaltes Wasser Extrahierte ($1a^{32}$ und $1a^{33}$) verhält sich in seinen Reaktionen wesentlich wie $1a^{31}$, mit Ausnahme der Ausfällung der jodierten Lösung durch Chlorkalium; vielmehr wird die Lösung bei Sättigung mit Chlorkalium allmählich tief blau ohne Ausfällung. Weiterhin sind diese beiden Körper ($1a^{32}$ und $1a^{33}$) weit zerfließlicher über Wasser und in Wasser leichter löslich als

$1a^{31}$. — Die Lösungen beider Substanzen froren aus und lieferten dabei ganz das gleiche Produkt wie $1a^{31}$: von derselben Jodfärbung. — Die ursprünglichen Lösungen gaben bei Zusatz von Alkohol bis zur Trübung tropfige, zähflüssige Fällung. $1a^{32}$ über Wasser zerflossen, darauf mit kaltem Wasser behandelt, läßt viel ungelöst zurück in Form gequollener Lamellen. Diese wurden mehrfach mit kaltem Wasser ausgezogen und darauf durch Erwärmen in Wasser gelöst. Diese Lösung zeigte die für $1a^{32}$ oben angegebenen Reaktionen. Die Bereitungsart dieser Lösung, das mehrfache Ausziehen mit Wasser, durch welches aller Voraussicht nach etwa vorhandenes Dextrin doch entfernt worden sein muß, macht es unwahrscheinlich, daß die Verschiedenheit in dem Verhalten der Lösungen von $1a^{32}$ und $1a^{33}$ gegenüber $1a^{31}$ nur auf der Gegenwart erheblicher Mengen von Dextrin bei $1a^{32}$ und $1a^{33}$ beruhe.

Das von *Merck* bezogene Gommelin (1 b) verhält sich insofern verschieden von dem Gommelin 1 a, als es in kaltem Wasser (100 g Gommelin + 300 g Wasser) weniger löslich ist. Die Lösung wird ganz milchig weiß. Beim Filtrieren geht sie längere Zeit trüb durch, schließlich aber ganz klar. Die ziemlich ansehnliche Menge des Ungelösten wurde auf dem Filter gesammelt und dann noch mehrfach durch Dekantieren mit Wasser gewaschen ($1b^1$). — Das klare Filtrat ($1b^2$) färbte sich mit Jod zuerst weinrot, dann violettblau und schließlich tief purpurn; die jodierte Lösung gab bei Sättigung mit Chlorkalium keine Fällung, dagegen mit dem doppelten Volumen *Meyer*'scher Lösung und Chlorkalium sofort reiche, tief blaue Fällung. Mit Gerbsäure oder Barytwasser gleichfalls starke Fällung. Es ist daher zu schließen, daß diese Lösung viel von einer Substanz enthält, welche der vorhin beschriebenen $1a^{31}$ entspricht und der gleich zu beschreibenden $1b^{11}$.

Das Ungelöste $1b^1$ enthielt noch ziemlich viele, wenig veränderte Stärkekörner, die sich mit Jod rein blau färbten. Es wurde darauf mit einer mäßigen Menge Wasser bei 60° behandelt, wobei das meiste in Lösung ging; die Stärkekörner blieben ungequollen zurück. Darauf filtriert; das Filtrat opalisierte ziemlich stark, färbte sich mit Jod weinrot, violett und schließlich tief purpurn und fror reichlich aus. Darauf wurde das ganze Filtrat ($1b^1$) ausgefroren. Das Ausgefrorene ($1b^{11}$) besitzt die Beschaffenheit der ausgefrorenen Amylose, Lamellen, Körner, kolbige Fäden von globulitisch-wabiger Struktur, deren Reaktionen mit Jod dieselben sind, wie sie oben auf p. 473 für die aus dem Gommelin 1 a dargestellte Substanz $1a^{31}$ beschrieben

wurden. Dies Ausgefrorene (1 b[11]) löst sich in Wasser bei Erwärmen leicht und ganz klar und zeigt folgende Reaktionen:

Mit Jod von Anfang an rein weinrot, schließlich tief purpurn.

Die jodierte Lösung wird bei Zusatz von Jodkalium rein braun und giebt in 48 Stunden keine Spur von Fällung.

Die jodierte und mit Chlorkalium gesättigte Lösung verfärbt sich allmählich rein blau und giebt zunächst keine Fällung; in 48 Stunden hat sich jedoch ziemlich reichlicher, rein blauer Absatz gebildet.

Wird zu einem Tropfen der Lösung ein Jodkrystall gegeben, so färbt sich die Flüssigkeit im Umkreis desselben rein weinrot bis purpurn und trocknet schließlich braun, hier und da auch braunblau ein. Bei Zusatz von Wasser zu dem Rückstand tritt keine Bläuung auf, sondern weinrote Lösung.

Mit Gerbsäure starke Fällung.

Mit Barytwasser starke Fällung, die beim Erwärmen nicht schwindet.

Die feste ausgefrorene Substanz färbt sich mit einem Jodkrystall in Wasser weinrot bis purpurn und schließlich bei starkem Jodüberschuß braun. Zusatz von konzentrierter Schwefelsäure bewirkt Bläuung (Blauviolett bis Indigo). Mit der getrockneten Substanz gelingt diese Reaktion schwerer, da sehr leicht Lösung eintritt. Trocken mit konzentrierter *Meyer*'scher Lösung behandelt, tritt allmähliche Bläuung auf, indem gleichzeitig viel in Lösung geht.

Über Wasser gestellt, zeigt die getrocknete Substanz keine Neigung zum Zerfließen; dennoch erweist sie sich nach drei Tagen weich und leicht zerreiblich, während sie ursprünglich knochenhart war.

Der Körper 1 b[11] wurde darauf mehrmals mit Wasser gewaschen und bei 60° getrocknet; er erscheint dann gummiartig. Jetzt ist er in kaltem Wasser schwer löslich, quillt jedoch darin stark und wird opak und weiß; beim Kochen in Wasser geht er jedoch reichlich in schwach opalisierende Lösung. Diese Lösung zeigt außer den schon angegebenen Reaktionen noch folgende:

Mit Natronlauge erhitzt, färbt sie sich gelb.

Mit Kupfersulfat und Natronlauge schwache Reduktion.

Mit Alkohol bis zur Trübung versetzt, setzt sich der Niederschlag allmählich in wasserklaren, sehr zähflüssigen Tröpfchen an den Glaswänden ab. Beim Schütteln flocken diese zusammen und setzen sich dann ähnlich Dextrin in netzförmigen Zusammenfließungs-

produkten an die Glaswände an. Die Zähflüssigkeit läßt sich durch Untersuchung mit der Nadel leicht erweisen.

Wird der Lösung ein wenig Amylose zugesetzt, so tritt bei der Prüfung mit Jod zuerst ganz rein blaue Färbung auf, dann erst violett und schließlich tief purpurn.

Wird zu der Lösung trockene blaue Jod-Arrowrootstärke gegeben, so wird letzterer gar kein Jod entzogen, die Lösung färbt sich durchaus nicht [1]); wird dagegen feuchte Jodstärke, die gut mit Wasser ausgewaschen ist, zugegeben, so entzieht die Amyloporphyrinlösung derselben ziemlich viel Jod und färbt sich schön rot. Wird die jodierte Lösung mit ziemlich viel Arrowrootstärke versetzt, so entzieht letztere der Lösung alles Jod, vorausgesetzt, daß die Quantität des Arrowroot ausreichend ist. (Letzterer Versuch wurde wegen der eventuellen Beziehungen der vorliegenden Substanz zu dem sogen. „Erythroamylum“ *Brücke*'s angestellt. Siehe weiter unten).

Wird die ziemlich konzentrierte Lösung mit dem gleichen Volum 5% Gelatine bei ca. 50° eingetrocknet, so bleibt die Substanz beim Auflösen der Gelatine in Form recht kleiner Sphären zurück. Dieselben sind vielfach zu Lamellen verwachsen, seltsamerweise auch häufig zu mehr oder weniger unvollständigen Hohlkugeln. Die Sphären gehen bis zu äußerst geringer Größe herab und ihre Verwachsungsprodukte sind dann globulitische Lamellen. Die kleinen Sphären sind häufig deutlich hohl. Das Doppelbrechen der Sphären war sehr schwach; dagegen zeigen die erwähnten Hohlkugeln häufig deutliche positive Doppelbrechung wie ein Sphärokrystall.

Interessanterweise färben sich diese mit Gelatine dargestellten Sphären mit Jodkrystall rein und schließlich sehr intensiv braun, nicht weinrot bis purpurn wie die Ausgangssubstanz.

Zur genaueren Prüfung der in Vorstehendem angegebenen Reaktion der trockenen Substanz mit *Meyer*'scher Jodlösung wurde noch folgender Versuch ausgeführt:

Eine etwas ansehnlichere Portion der getrockneten Substanz wurde in einem Röhrchen mit *Meyer*'scher Jodlösung, der noch ein Jodkrystall zugegeben war, mehrere Tage behandelt. Die Bläuung der Substanz schreitet allmählich fort, jedoch waren noch nach mehreren Tagen braungefärbte Partikel vorhanden, die aber wohl aus dem Inneren größerer Stückchen stammten. Nach 8 Tagen wurde

[1]) Das gleiche gilt jedoch auch für getrocknete Arrowrootjodstärke und Amyloselösung; letztere entzieht der trockenen Jodstärke ebenfalls kein Jod, wenigstens tritt keine Bläuung der Lösung ein.

die tiefbraune Lösung abfiltriert und mit Alkohol ausgefällt. Der Niederschlag war flockig-klebrig und unter dem Mikroskop tief blauviolett. In Wasser löste er sich sehr leicht zu einer anfänglich tiefblauen Lösung, die jedoch sehr bald purpurfarbig wurde. Hierauf wurde das Jod durch Kochen entfernt und die eingeengte Lösung mit Alkohol gefällt. Der Niederschlag war durchaus klebrig-dextrinartig. Er wurde zur Entfernung des Alkohols etwas getrocknet und war dann feinschaumig kreideweiß, gerade wie entsprechend behandeltes Dextrin. In kaltem Wasser ist diese Substanz leicht und klar löslich und die Lösung zeigt genau die Reaktionen der ursprünglichen Substanz, nur erfolgt der blaue Niederschlag der jodierten Lösung mit Chlorkalium sofort reichlich. — Außer diesem Unterschied ist es demnach nur die Leichtlöslichkeit in kaltem Wasser, wodurch sich diese Substanz von der Ausgangssubstanz unterscheidet.

Bei einer nochmaligen mehrtägigen Behandlung des Restes der Ausgangssubstanz mit *Meyer*'scher Lösung ging alles bis auf einen sehr geringen Rest in Lösung. Dies Nichtgelöste war tiefblau gefärbt. Es wurde mit 50% Alkohol von Jod befreit und dann nochmals mit schwacher Jodtinktur gefärbt, wobei es sich wieder weinrot bis purpurn färbte. Wie aus diesen Versuchen hervorgeht, erleidet also die Substanz durch die Behandlung mit *Meyer*'scher Lösung keine dauernde Veränderung, wie man anfänglich vielleicht anzunehmen geneigt war.

Wird eine Lösung der Substanz im zugeschmolzenen Rohr auf 140—150° ca. 1/4 Stunde erhitzt, so hat die Jodreaktion keine Veränderung erfahren.

Mit starker Jodtinktur unter Zusatz eines Jodkrystalls behandelt färbt sich die Substanz rein braun; es tritt keine Bläuung auf. Jodüberschuß allein bewirkt also keine Bläuung, wenigstens nicht bei Gegenwart von Alkohol.

Wird die jodierte Lösung durch Alkohol gefällt, so ist der Niederschlag braun, bei Zusatz eines Jodkrystalls wird er in einigen Tagen tief braunviolett; herausgenommen beim Abdunsten des Alkohols bald schön purpurfarbig.

Es dürfte keiner Frage unterliegen, daß die aus den drei Gommelinen erhaltenen Substanzen $1a^3$ ($1a^{31}$—$1a^{33}$) und $1b^{11}$ im wesentlichen identisch sind. Durch ihre Eigenschaften sind sie gegenüber den verwandten Körpern, einerseits der Amylose, andererseits dem Amylodextrin und dem weiter unten zu besprechenden, sich an dieses anschließenden Amylorubin sehr wohl charakterisiert. Es wird sich

auch gleich zeigen, daß dieser Körper, welcher jedenfalls eines der ersten Umwandlungsprodukte der Amylose darstellt, gerade deshalb von erheblichem Interesse ist. Es scheint daher geboten, die fragliche Substanz mit einem besonderen Namen zu belegen, wozu ich die Bezeichnung „Amyloporphyrin“ vorschlage, um die charakteristische Purpurfarbe der jodierten Lösung anzudeuten.

Mit der Amylose teilt das Amyloporphyrin:

1. Das Ausfrieren der Lösung in den für die Amylose charakteristischen Formen des Ausfrierungsproduktes (Lamellen, Fäden, Körner). Wird die mit Jod tief purpurn gefärbte Lösung gefroren, so scheidet sich das Amyloporphyrin ganz farblos aus.
2. Fällung durch Gerbsäure und Barytwasser.
3. Ähnliche Löslichkeitsverhältnisse im getrockneten Zustand.
4. Sphärenbildung bei Eintrocknung mit 5% Gelatine.

Abweichend von der Amylose und im allgemeinen dem Amylodextrin und verwandten Verwandlungsprodukten sich nähernd ist:

1. Die charakteristische Jodfärbung.
2. Die Nichtausfällbarkeit der Jodverbindung durch Jodkalium.
3. Die Ausfällbarbeit derselben durch Chlorkalium, Schwefelsäure und andere Säuren mit rein blauer Farbe.

Das Amyloporphyrin mit seinen charakteristischen Reaktionen wurde auf ähnlichem Wege auch aus dem Dextrin 2 (s. oben p. 470), dem Dextr. purissim. alcohol. praecipitat. von *Merck* gewonnen. — Aus der nicht zu konzentrierten Lösung wurde zunächst das durch 20% Gerbsäure fällbare ausgeschieden. Die gefällte Substanz in kaltem Wasser gelöst und das Gelöste mit dem gleichen Volum *Meyer*'scher Jodlösung und ca. 1/4 Vol. 50% Schwefelsäure ausgefällt[1]). Dieser Niederschlag enthielt das Amyloporphyrin, das aus der Lösung nach Austreiben des Jods durch Alkoholfällung gewonnen wurde. Nach dem Trocknen wurde es mit 50% Alkohol behandelt, wobei

[1]) Die von diesem Niederschlag abfiltrierte Flüssigkeit gab mit viel 96% Alkohol einen dextrinartigen Niederschlag. Getrocknet ist dieser glasartig, zerfließt über Wasser zu zähem fadenziehenden Gummi und löst sich in kaltem Wasser leicht. Die Lösung färbt sich mit Jod zuerst schwach gelbbraun bis braunrot und schließlich tief kastanienbraun. Bei Sättigung mit Chlorkalium tritt keine Farbenveränderung ein und keine Fällung auch bei langem Stehen. Wird die Lösung mit dem gleichen Volumen *Meyer*'scher Jodjodkaliumlösung versetzt und dann mit Chlorkalium gesättigt, so tritt sofort starke braune Ausfällung auf, die mikroskopisch untersucht etwas ins Braunviolette spielt. Mit Gerbsäure wie Barytwasser giebt die Lösung starke Fällung. Der vorliegende Körper verhält sich daher am ähnlichsten dem Glykogen, wahrscheinlich dürfte er aber mit etwas Dextrin verunreinigt sein.

nur sehr wenig ungelöst blieb, dann wieder getrocknet, in wenig Wasser gelöst und endlich ausgefroren. Diese Substanz zeigt ganz die Reaktionen des aus den Gommelinen erhaltenen Amyloporphyrins mit dem kleinen Unterschied, daß die jodierte Lösung nach Sättigung mit Chlorkalium sich zwar sofort blau verfärbt, aber keine Neigung zeigt auszufallen. Es bedarf jedoch nur eines Zusatzes von ganz wenig *Meyer*'scher Jodkaliumlösung, um die blaue Ausfällung hervorzurufen.

Obgleich die von dem Gerbsäureniederschlag abfiltrierte Lösung bei Zusatz weiterer Gerbsäure keine Trübung mehr zeigte, enthielt sie, wie die Untersuchung ergab, noch weiteres Amyloporphyrin, dagegen nicht, wie erwartet, das weiter unten zu schildernde Amylorubin, das sich mit Jod rot färbt, jedoch durch Gerbsäure nicht gefällt wird. Nach mehrfacher Alkoholausfällung wurde eine Hälfte der Lösung mit *Meyer*'scher Lösung und essigsaurem Natron ausgefällt (I), die zweite dagegen mit *Meyer*'scher Lösung und Salzsäure (II). Die so erhaltenen Niederschläge wurden dann in der wiederholt geschilderten Weise weiter verarbeitet und die konzentrierten Lösungen schließlich ausgefroren. Das Ausgefrorene von II verhielt sich in jeder Beziehung wie Amyloporphyrin, namentlich auch hinsichtlich der starken Fällung durch Gerbsäure. Dagegen zeigte das von I sich insofern etwas abweichend, als die ausgefrorenen Lamellen globulitisch waren und sich mit Jod mehr braun als purpurfarbig färbten, ihre Lösung aber mit Gerbsäure zunächst gar keine Trübung ergab und erst nach längerem Stehen einen sehr geringfügigen Niederschlag absetzte. Im übrigen zeigte sie die Reaktionen des Amyloporphyrins. Ob dieses abweichende Verhalten eine weitere Modifikation anzeigt, oder ob die Ursache dieser Abweichung nur in eventuellen Beimischungen zu suchen ist, will ich vorerst nicht zu entscheiden wagen. Durch die angegebene Abweichung nähert sich der Körper I dem Amylodextrin, von dem er sich jedoch durch seine prachtvolle purpurrote Jodfarbe in der Lösung und durch das Ausfrieren in Lamellen und Fäden, die ganz denen der Amylose gleichen, sehr unterscheidet.

Einen Körper, dessen Reaktionen mit dem Amyloporphyrin völlig übereinstimmt, erhielt ich ferner mehrfach bei der genaueren Untersuchung der aus Arrowrootstärke dargestellten *Lintner*'schen Reste (s. hierüber weiter unten). Die Auskochung dieser Reste mit viel 40% Alkohol wurde stark eingeengt und der Alkohol verjagt; darauf wurde ausgefroren, das Ausgefrorene in heißem Wasser gelöst und

eingetrocknet. Hierauf wurde der trockene Rückstand successive mit 300 g 60%, 200 g 52%, 200 g 45%, 200 g 40% und endlich 200 g 20% Alkohol ausgekocht. — Die Auskochung mit 60% Alkohol ergab beim Eindampfen ziemlich viel Rückstand, der sich in seinen Reaktionen wesentlich wie Amylodextrin verhielt. — Der Auszug mit 52% Alkohol, welcher die größte Menge der ursprünglichen Substanz enthielt, ergab mit 20% Gerbsäure mäßige Fällung. Die Lösung wurde daher mit Gerbsäure ausgefällt; der Niederschlag nach Auswaschen mit Alkohol in Wasser gelöst, wieder mit Alkohol ausgefällt (dextrinartig), in Wasser gelöst und darauf ausgefroren. Die so erhaltene Substanz zeigt, wie gesagt, alle charakteristischen Eigenschaften des Amyloporphyrin.

Sie ist von dem zuerst beschriebenen nur darin ein wenig verschieden, daß die Lösung mit Jod sich zuerst blau, dann violett und schließlich tief purpur färbt. Bei Sättigung mit Chlorkalium giebt die jodierte Lösung sofort reiche blaue Fällung. Mit 20% Gerbsäure sofort starke Fällung. Ebenso mit Barytwasser. Die Lösung friert in den charakteristischen beim Amyloporphyrin (p. 473) geschilderten Formen sehr reichlich aus. Vermutlich beruht daher die blaue Anfangsfärbung auf einer geringen Beimischung von Amylose oder einer der Amylose näher stehenden Substanz.

Brücke beschrieb 1872 (p. 138) eine Substanz, welche er Erythroamylum nannte. Dieselbe besitzt jedenfalls nahe Beziehungen zu unserem Amyloporphyrin; da sich jedoch einstweilen schwerlich entscheiden läßt, ob sie damit identisch ist, so glaube ich wenigstens vorerst den besonderen Namen für die von mir gewonnene Substanz beibehalten zu müssen. Erhalten wurde dieses Erythroamylum durch Behandlung von Stärke mit Malzaufguß, bis dieselbe sich mit Jod rot färbte. (Es scheint, daß *Brücke* die sich rot färbenden Stärkereste, welche bei dieser Behandlung entstanden, als solches Erythroamylum betrachtet; ganz klar wird dies jedoch nicht, da er das Erythroamylum auch als gelöst in dem Malzaufguß beschreibt.) — Außer der charakteristischen Rotfärbung mit Jod, soll das Erythroamylum noch durch seine Fällbarkeit durch Gerbsäure und durch überschüssige Jodjodkaliumlösung und Salzsäure charakterisiert sein; in welcher Farbe es hierdurch gefällt wird, wird leider nicht angegeben; es heißt nur: „die gefärbte Masse" senkt sich zu Boden; hiernach möchte man fast vermuten, daß es rot gefällt wird, da *Brücke* doch die charakteristische Änderung der Farbe in blau schwerlich entgangen sein könnte. Vor allem charakteristisch

für das Erythroamylum soll jedoch sein, daß es stärkere Beziehung zum Jod habe als die Stärke und daher jodierten Stärkekleister entfärbe, während Joderythroamylum durch Stärkekleister nicht entfärbt werde. — Dieses von vornherein sehr unwahrscheinliche Verhalten eines Umwandlungsproduktes der Stärke wurde denn auch schon von *W. Nägeli* (1874 p. 52 u. 60) kritisiert, indem er der Meinung ist, daß das eigentümliche Verhalten des Erythroamylum zu Jodstärkekleister auf der Bildung von Jodwasserstoffsäure durch den Malzauszug beruhe, indem dieser die blaue Jodfarbe der Stärke im Rot verändere. (Es scheint jedoch, daß *Brücke* auch mit festem sogen. Erythroamylum, d. h. sich rot färbenden Resten Versuche gemacht hat, wobei natürlich Malzaufgußwirkung nicht in Frage kommen konnte.) Das Erythroamylum selbst hält jedoch *W. Nägeli* für „nichts anderes als gewöhnliches Dextrin oder vielleicht Amylodextrin" (p. 52), wogegen doch sehr bestimmt die Fällung durch Gerbsäure und, was das Dextrin betrifft, auch die durch Jodjodkalium und Salzsäure spricht. *Brücke* war übrigens der Meinung, daß sein Erythroamylum kein Umwandlungsprodukt der Stärke sei (p. 140), sondern daß in den Stärkekörnern „eine mit *Nägeli*'s Cellulose eng verbundene, sich mit Jod rot färbende Substanz, Erythrogranulose", vorhanden sei, „welche größere Verwandtschaft zum Jod hat als die Granulose und der Einwirkung der Fermente länger widersteht." Die Bezeichnungen Erythrogranulose und Erythroamylum bedeuteten daher im wesentlichen dasselbe; die erstere bezieht sich auf die Substanz, insofern sie Bestandteil der natürlichen Stärkekörner ist, die zweite auf die herausgelöste Substanz, etwa in der Weise wie *Brücke* für die gelöste Amylose die Bezeichnung Amidulin (von *Schulze* aufgestellt), für die entsprechende in den Stärkekörnern enthaltene Substanz dagegen den Namen Granulose verwendet.

Wie schon angedeutet, dürfte diesem Amyloporphyrin, sowie demnoch weiter zu behandelnden Umwandlungsprodukten der Amylose eine gewisse Wichtigkeit zukommen, vor allem für das Verständnis der sog. Stärkereste, d. h. der durch Einwirkung schwacher Säuren, Speichel oder Malzauszug auf Stärkekörner erhaltenen sog. Reste, die morphologisch anscheinend wenig veränderte Körner sind, sich jedoch mit Jod rein braun bis rotbraun färben. Über diese Reste ist seit ihrer ersten Darstellung durch *Payen* und *Persoz* (1833 und 1834) eine ausgedehnte Litteratur entstanden, auf welche ich hier nicht genauer einzugehen beabsichtige. Erwähnt mögen nur die ver-

schiedene Deutungen werden, welche ihnen gegeben wurden. Ursprünglich als Hüllen der Stärkekörner aufgefaßt, welche die mit Jod sich blau färbende Masse einschließen, stellte zuerst *C. Nägeli* (1856, 1858, p. 113 ff., p. 179 ff.) die auch jetzt noch fast allgemein verbreitete Ansicht auf, daß die Stärkekörner aus zwei verschiedenen Substanzen bestehen, von welchen die eine, von ihm als Cellulose beurteilt, bei der Darstellung der Reste zurückbleibe, die andere dagegen, die „Granulose", aufgelöst werde. Diese Ansicht blieb, wie gesagt, die herrschende, obgleich *Mohl* (1859) mit Recht bestritt, daß die Substanz der Reste Cellulose sei, und sie deshalb Farinose nannte. Ebenso leugnete *Flückiger* (71) die Cellulosenatur der Substanz der *Nägeli*'schen Reste auf Grund ihrer Eigenschaften, insbesondere ihrer geringen Löslichkeit in Kupferoxydammoniak. Er betont meiner Ansicht nach mit Recht, daß die Substanz der Reste ein Produkt chemischer Veränderung der Stärke sei und sich als solche nicht in den Körnern finde. — *Musculus* (1878) nannte sie Amylocellulose und erklärte sie für eine Modifikation der Granulose.

Obgleich *W. Nägeli* (1874) sehr eingehend die umwandelnde Wirkung verdünnter und konzentrierter Säuren auf die Stärkekörner untersuchte und dabei das Amylodextrin, ganz in der Form der Reste, als Umwandlungsprodukt der Körner entdeckte, hielt er doch, meiner Ansicht nach, in recht inkonsequenter Weise an der Meinung seines Vaters fest, daß die Reste einen in den Stärkekörnern präformierten Bestandteil darstellten, der sich nicht löse. Er bemerkt zwar p. 45: „Es ist freilich hier die Möglichkeit nicht ganz ausgeschlossen, daß sich die Substanz dabei" (d. h. bei der Behandlung mit Speichel oder Säuren) „verändert hätte, ohne daß dadurch auch die äußere Struktur zerstört worden wäre." Die eigentümliche Inkonsequenz *W. Nägeli*'s in der Beurteilung der sog. Reste ergiebt sich wohl am schlagendsten aus folgender Stelle (p. 95). „Ferner entsteht Amylodextrin auch bei der Umwandlung durch Fermente. So hat mein Vater (1856) gezeigt, daß sich die Stärkekörner durch Behandlung mit Speichel in der Art verändern lassen, daß sie das Vermögen verlieren, sich mit Jod blau zu färben, nicht aber ihre Struktur. Es ist dies die nämliche Veränderung, welche ich mit Säuren zur Darstellung des Amylodextrins eintreten ließ." Aus dieser Ausführung läßt sich doch nur schließen, daß er die Bildung der Stärkereste entsprechend der Amylodextrinumwandlung der Stärkekörner auffaßt; während er doch zuvor die Frage genau ebenso wie sein Vater beurteilte, und auf p. 49 von den „durch Säuren von der Granulose befreiten Kartoffelstärkekörnern" redet.

Daß ihm die sog. Amylocellulose nicht als eigentliche Cellulose, sondern nur als eine sich mit Jod gelb bis rot färbende schwerlösliche Stärkesubstanz gilt (s. p. 103), kommt dabei nicht in Betracht.

Diese Inkonsequenz *W. Nägeli*'s suchte denn auch *A. Meyer* (1886) zu beseitigen und zog seinerseits den schon aus *Nägeli*'s Untersuchungen fast unabweisbar scheinenden Schluß, daß die sog. Reste nichts anderes als Amylodextrin seien. *Brücke* dagegen hatte sie schon 1872 als aus Cellulose und Erythrogranulose (Erythroamylum) zusammengesetzt aufgefaßt. — Daß *A. Meyer*'s Meinung unhaltbar sei, wurde ihrem Begründer jedoch selbst bald klar. Daß sie nicht richtig sein konnte, folgte schon daraus, daß das, was gewöhnlich als Reste bezeichnet wurde, in kochendem Wasser nur wenig löslich ist, während das Amylodextrin sich darin sehr leicht löst.

1895 ließ denn auch *A. Meyer* seine frühere Meinung fallen. Er sagt hierüber p. 4: „Die Säureskelette bestehen zuerst, je nach der Zeitdauer der Säureeinwirkung, aus einem Gemisch von β-Amylose, α-Amylose und Amylodextrin, von α-Amylose und Amylodextrin, oder zuletzt aus Amylodextrin allein." Ferner: „Anders ist es mit den Speichelskeletten. Dieselben bestehen, wenn das Amylosehydrat (dies soll jedenfalls β-Amylose sein) aus den Stärkekörnern herausgelöst ist, nur aus einem Gemenge von Amylodextrin und α-Amylose." Sehr wesentlich erscheint ja dieser Unterschied nicht, da auch von den Säureskeletten angegeben wird, daß sie auf einer gewissen Stufe der Säurewirkung aus α-Amylose und Amylodextrin bestehen.

Das, was *Meyer* hier α-Amylose nennt, ist dasselbe, was die früheren Forscher im allgemeinen als Cellulose, Farinose, Amylocellulose, Stärkecellulose (*Brown* und *Heron*) der Reste bezeichneten. Von dieser α-Amylose vermutet *Meyer* nun, daß sie möglicherweise das Anhydrit der sog. β-Amylose, das heißt der beim Kochen mit Wasser aus den Stärkekörnern sich herauslösenden Substanz, sei (s. hierüber bei *Meyer* p. 2 und p. 13). Immerhin bestehen jedoch bei ihm sehr erhebliche Zweifel, ob diese sog. α-Amylose als solche in den Stärkekörnern enthalten ist, oder ob sie durch die Einwirkung von Säure, Speichel oder Malzaufguß erst gebildet werde. Er sagt hierüber p. 13: „Es ist in der That nicht leicht, sich für die eine oder die andere Ansicht zu entscheiden. Es scheint mir jedoch wahrscheinlicher, daß die Amylose teilweise von vornherein in einer krystallisierten Form in den Stärkekörnern vorkommt, welche sowohl dem kochenden Wasser als dem Eindringen des Jodes in die Kryställchen einen größeren Widerstand leistet, in Form der α-Amylose." Als

Stütze dieser Vermutung wird ein Versuch angeführt (p. 14); Arrowrootkörner, die bei 70° gequollen, sollen nämlich durch Speichel schon in der Kälte und in wenigen Minuten in mit Jod sich nicht mehr blau färbende Skelette übergeführt werden. „Diese α-Amylose könne aber", bemerkt *A. Meyer*, „wohl kaum in dem Augenblicke aus den festen Kryställchen entstanden sein"; es sei daher wahrscheinlich, daß die α-Amylose schon zuvor in den Körnern vorhanden sei.

Die Reaktionen der α-Amylose sind nach *Meyer* folgende.

In kochendem Wasser löst sie sich nicht (mit Malzaufguß dargestellte α-Amylose p. 7), „die abfiltrierte Flüssigkeit färbt sich mit Jod jedoch meist schwach blau." Da er eine Verunreinigung der α-Amylose mit etwas β-Amylose als gewöhnlich annimmt, so dürfte er diese Blaufärbung der Flüssigkeit wohl einem Gehalt an β-Amylose zuschreiben. Er sagt auch direkt von dieser α-Amylose: „Die Substanz scheint mir auch jetzt noch nicht frei von β-Amylose zu sein" (p. 7).

In Wasser von 136°—140° wird die Substanz dagegen gelöst „zu klarer, nicht opalisierender Flüssigkeit" (p. 11), die sich mit Jod „intensiv blau" färbt und die beim Stehen Amylose in Tröpfchen ausscheiden soll (p. 7). Diese Lösung besitze dasselbe Drehungsvermögen wie eine gleich gehaltige Lösung von β-Amylose, und es gehe eben bei der Auflösung die α-Amylose einfach in β-Amylose über.

Eine genauere Untersuchung des in der Lösung enthaltenen Körpers oder der Körper wurde jedoch nicht vorgenommen. — „Mit sehr verdünnter Jodlösung färbt sich die Substanz (Malzskelette) rötlich, erst bei längerem Stehen mit konzentrierter Jodjodkaliumlösung tritt schwache Blaufärbung ein (p. 7, Säureskelette). Mit verdünnter Jodjodkaliumlösung „augenblicklich deutlich rot oder braun"; tagelang mit Wasser ausgewaschen färben sie sich „dann kaum mehr rötlich" (p. 11). „Läßt man die Skelette mit etwas Jodjodkaliumlösung eintrocknen, so färben sie sich intensiv blau. Ebenso färben sie sich durch Jodjodkalium bläulich, wenn man sie einige Zeit hat in Calciumnitratlösung liegen lassen. Diese Reaktion fasse ich so auf, daß ich annehme, die α-Amylose selbst färbe sich mit Jodjodkalium nur schwach rötlich; in den frischen Skeletten färbt sich das Amylodextrin, welches die Poren anfüllt, in den eingetrockneten Skeletten färbt sich eine Spur verquollener β-Amylose, ebenso in den Skeletten, welche in Calciumnitrat gelegen hatten."

„In heißer Normalkalilauge löst sich die Substanz . . ., die Lösung färbt sich nach dem Ansäuern mit Jod rein blau."

„Salzsäure von 25% löst anscheinend bei 20° die Substanz langsam (30 Minuten) auf; die Flüssigkeit färbt sich mit Jodjodkalium blau."

Gegen *Meyer*'s Auffassung der Skelette habe ich schon 1898 (p. 283 ff.) auf Grund meiner Erfahrungen einige Einwendungen erhoben. Die von mir untersuchten Skelette waren nach *A. Meyer*'s Vorschrift mit Salzsäure von 1.56% dargestellte Säureskelette. Einmal waren diese, tagelang mit Wasser (dem eine Spur Ammoniak zugesetzt war) gewaschenen Skelette in Wasser von 100° merklich löslich und diese Lösung färbte sich, ebenso wie die bei 145° (5 Min. erhitzt) bereitete, mit Jod nicht blau, sondern tief blauviolett oder violettblau, bei Überschuß von Jod tief braunviolett bis rostbraun. — Mit schwacher Jodlösung färbten sich die Skelette, „schwach rostbraun"; bei darauffolgendem vorsichtigem Zusatz von 50% Schwefelsäure wurden sie schließlich tief berlinerblau; ebenso gelingt die Bläuung mit Chlorzinkjod. Erhitzen der jodgefärbten Körner auf dem Wasserbad ruft dagegen nur hie und da schwache Bläuung hervor. — Werden die trockenen Reste mit konzentrierter *Meyer*'scher Jodlösung behandelt, so färben sie sich zuerst rostbraun, bald tritt jedoch intensive Bläuung auf. In 24 Stunden sind alle schön und ziemlich tief blau und findet sich blaues Gerinnsel in der Flüssigkeit. Beim Auswaschen mit Wasser wird die blaugefärbte Substanz herausgelöst und die von Jod befreiten Reste färben sich wieder wie früher braun. Von neuem mit *Meyer*'scher Lösung behandelt, wurden sie in 24 Stunden wieder so blau wie früher. Beim Eintrocknen der Reste mit Jodtinktur oder *Meyer*'scher Jodlösung färben sie sich tiefblau, ganz trocken geworden sind sie rostbraun. Bei Behandlung mit Wasser geht auch hier das Blaue in Lösung und die ausgewaschenen Körner färben sich mit Jod wieder braun. Durch Eintrocknen mit Jodlösung und darauf folgender Extraktion mit Wasser kann man einen sehr erheblichen Teil der Reste in blauviolette Lösung bringen, manchmal sogar alles. Durch Ausfrieren einer solchen Lösung erhielt ich etwas einer Substanz, die sich, soweit untersucht, wie Amylose verhielt.

Gegen *Meyer*'s Ansicht, daß die Bläuung beim Eintrocknen mit Jodjodkalium auf der Gegenwart von β-Amylose beruhe, sprach ich mich aus, da nach unseren Erfahrungen β-Amylose sich zuerst mit Jod färben müsse, während die Reste bei Behandlung mit schwacher Jodlösung nie etwas von Bläuung vor der Bräunung zeigen. Dagegen

war ich geneigt anzunehmen, daß durch die längere Einwirkung von konzentrierter Jodjodkaliumlösung aus den Resten β-Amylose gebildet werde.

Daß die bei 145° aus meinen Resten dargestellte Lösung etwas ganz anderes sei als eine bei gleicher Temperatur hergestellte Amyloselösung, ergab sich mir daraus, daß beim Eintrocknen dieser Restelösung mit dem gleichen Volum 5% Gelatinelösung eine große Menge von Sphärokrystallen erzielt wurde, die sich jedoch ganz anders verhielten wie die aus Amyloselösung dargestellten, und welche nach meinen mikro- und makrochemischen Versuchen in ihrer Hauptmasse aus Amylodextrin bestehen mußten (p. 287—291). — Ferner habe ich aus den betreffenden Resten durch Auskochen mit 75% Alkohol Amylodextrin direkt gewonnen (p. 299). Ich war jedoch nicht der Meinung, daß dies Amylodextrin als solches in den Resten sich finde, da dieselben bei 80° C. mit 1,56% Säure dargestellt und sehr gründlich ausgewaschen waren, weshalb kaum annehmbar ist, daß das relativ leichtlösliche Amylodextrin in ihnen mehr als spurenweise enthalten sein könne. Ich stellte mir vor, daß das Amylodextrin in einer schwerlöslichen Modifikation in den Resten enthalten sein müsse.

Wenn wir die oben beschriebenen Eigenschaften des von uns Amyloporphyrin genannten Körpers betrachten, so finden wir eine weitgehende Übereinstimmung zwischen ihnen und denen der sog. Stärkereste. Die Reaktionen mit Jod oder konzentrierter *Meyer*'scher Jodlösung sind durchaus ähnlich; die Löslichkeitsverhältnisse auch, wenigstens wenn wir berücksichtigen, daß auch die einmal in löslichen Zustand übergeführte Amylose im allgemeinen eine erheblich größere Löslichkeit in Wasser bewahrt als die in den natürlichen Stärkekörnern vorliegende.

Ich bin daher geneigt, anzunehmen, daß das Amyloporphyrin, resp. auch noch andere, ähnlich sich verhaltende Körper (von denen in der Fortsetzung einiges zu berichten ist), in den Resten eine wesentliche Rolle spielen. Daß das aus Gommelin erhaltene Amyloporphyrin ein Umwandlungsprodukt der Amylose darstellt, wird niemand bezweifeln. Wenn wir aber sehen, daß es Umwandlungsprodukte der Amylose giebt, welche in ihren Eigenschaften denen der sog. α-Amylose der Reste sehr ähnlich sind, so wird es auch wohl gewiß, daß die Substanz der Reste gleichfalls ein Umwandlungsprodukt der Amylose, und nicht als solche in den unveränderten Stärkekörnern enthalten ist.

Ich habe die Frage, ob in den Stärkekörnern neben der sich blaufärbenden Amylose noch eine andere, sich braun färbende Substanz vorhanden sei, 1898 (p. 324) kurz berührt, und darüber bemerkt: „ich finde es auf Grund der zur Zeit bekannten Erfahrungen wahrscheinlicher, daß in den Stärkekörnern zwei verschiedene Substanzen, d. h. die *Nägeli*'sche Cellulose und Granulose oder die *Meyer*'sche α- und β-Amylose, vorhanden sind. Ich stütze mich dabei auf die oben (p. 282) geschilderte Thatsache, daß schon die einfach gequollenen Weizenkörner durch Jod nicht mehr rein blau, sondern bei stärkerer Wirkung braun gefärbt werden. Immerhin ist diese Annahme bis jetzt nicht erwiesen, da eine teilweise Verwandlung selbst durch heißes Wasser nicht völlig ausgeschlossen ist und möglicherweise noch manches ins Spiel kommt, was heute noch unbekannt ist." Ich vermag mich über diese Angelegenheit auch heute nicht viel positiver auszusprechen, wenn ich auch, wie gesagt, in der Substanz der Reste ein sicheres Umwandlungsprodukt erblicke. Jedenfalls bedürfte es erst eingehender Untersuchungen über die erwähnte Wirkung des heißen Wassers auf die Stärkekörner, um so mehr, da wir ja auch sicher gefunden haben, daß in der durch Zerreiben der Kartoffel- und Arrowrootkörner im kalten Wasser erhaltenen Lösung schon ein Umwandlungsprodukt vorhanden ist.

7. Amylorubin.

Das oben (p. 481) erwähnte Filtrat von der Gerbsäurefällung der *Lintner*'schen Reste wurde successive zweimal mit Alkohol gefällt. Der Niederschlag dann wieder in Wasser gelöst und ausgefroren. Die so erhaltene Substanz (I betrug relativ mehr wie das durch Gerbsäure fällbare Amyloporphyrin. — In kaltem Wasser löste sie sich wenig, beim Erwärmen dagegen leicht und klar. Diese Lösung zeigte folgende charakteristische Reaktionen:

1. Mit Jod zuerst schwach weinrot, darauf etwas violett und schließlich tief rotpurpur (crimson).

2. Die jodierte Lösung gibt bei Zusatz von Jodkalium sofort sehr reichliche rostbraune Fällung, die mikroskopisch als feines Gerinnsel erscheint, das in dickerer Schicht rostbraun, in ganz dünner dagegen rotviolett erscheint.

3. Durch Chlorkalium wird die jodierte Lösung sofort reichlich tief blau ausgefällt.

4. Mit 20% Gerbsäure keine Fällung.

Dieser charakteristische Körper, der in seinen Reaktionen, wegen der Ausfällbarkeit der jodierten Lösung mit Jodkalium und der Nichtfällbarkeit durch Gerbsäure, eine eigentümliche Mittelstufe zwischen Amylose und Amylodextrin einnimmt, wurde von mir noch mehrmals bei der Untersuchung der *Lintner*'schen Reste (aus Arrowroot) erhalten; ebenso aber auch aus solchen *Lintner*'schen Resten, die aus Kartoffelstärke dargestellt waren (II), endlich jedoch auch aus Resten, die aus Arrowroot nach dem *A. Meyer*'schen Verfahren (1,56% Salzsäure bei 80° C) gewonnen worden waren (III).

Ich will hier zunächst über die Gewinnung dieses Körpers aus den gewöhnlichen Salzsäureresten (Arrowroot) einiges mitteilen. Eine mäßige, noch zur Verfügung stehende Portion dieser Reste wurde trocken in Kältemischung in einer geringen Menge 37% Salzsäure gelöst; die Lösung mit dem gleichen Volum Wasser verdünnt, filtriert, und hierauf mit dem 2—3fachen Volum Alkohol gefällt. Der sehr gut mit Alkohol ausgewaschene Niederschlag wurde in kaltem Wasser gelöst, die Lösung genauer geprüft und dann mit *Meyer*'scher Jodlösung bei Zusatz von viel Jodkalium gefällt, da sich ergeben hatte, daß auf diese Weise viel brauner Niederschlag gebildet wird. Dieser Niederschlag wurde abfiltriert und mit 75% Alkohol gut gewaschen; darauf in kochendem Wasser gelöst und das Jod durch Kochen entfernt.

Die Fällung durch *Meyer*'sche Lösung und Jodkalium wurde nun mit dieser Lösung zum zweitenmal vorgenommen. Bei Zusatz einer mäßigen Menge von Jodkalium erfolgte zunächst ein reichlicher tief blauvioletter Niederschlag, der sich in der schwach braunen Flüssigkeit gut absetzte. Von diesem Niederschlag wurde abfiltriert.

Die Untersuchung des Filtrats ergab, daß bei Zusatz von *Meyer*'scher Jodlösung starke Bräunung und bei weiterem Zusatz von Jodkalium reichliche braune Ausfällung eintrat. Der in der Lösung also noch enthaltene, durch Jod und Jodkalium braun fällbare Körper wurde daher mit Alkohol ausgefällt (III) und erwies sich in allen wesentlichen Reaktionen identisch mit dem aus den *Lintner*'schen Arrowrootresten erhaltenen Körper.

Aus den aus Kartoffelstärke dargestellten *Lintner*'schen Resten wurde der fragliche Körper in folgender Weise erhalten. Die Reste lösten sich in kochendem Wasser ganz vollständig. Die filtrierte Lösung wurde auf dem Wasserbad eingedampft. Der reichliche Rück-

stand hierauf zuerst mit 90% Alkohol ausgezogen, später mit 160 ccm 60% Alkohol: der Eindampfungsrückstand des letzteren Auszugs (II) erwies sich als identisch mit dem uns hier beschäftigenden Körper.

Diese drei in verschiedener Weise erhaltenen Körper (I—III) sind in ihren Reaktionen im wesentlichen identisch und zwar sind sie folgende:

1. Hinsichtlich der Löslichkeit in Wasser verhält sich die Substanz etwa wie Amylodextrin; d. h. sie ist in kaltem Wasser wenig, in heißem dagegen leicht und ganz klar löslich.

2. Aus der Lösung friert der Körper reichlich aus und zwar bei I und II in sehr seltsamen Formen. Das Ausgefrorene erscheint nämlich der äußeren Form nach gerade wie ausgefrorene Amylose, d. h. als Lamellen, Fäden und Körner. Bei genauerer Untersuchung ergiebt sich jedoch, daß diese Gebilde aus gröberen Globuliten und kleineren Sphären zusammengesetzt sind, während die Stärkegebilde stets einen äußerst feinen globulitig-wabigen Bau zeigen. Bei III dagegen bestand das Ausgefrorene aus kleinen Sphären.

Beim Eintrocknen der Lösung von III wurde gleichfalls ein aus kleinen Sphären bestehender Rückstand erhalten.

3. Trocken in Wasser mit Jodkrystall behandelt färbt sich die Substanz rein kastanienbraun: bei Zusatz von etwas 50% Schwefelsäure tritt allmählich tief berlinerblaue Färbung auf, unter gleichzeitiger Ausscheidung von blauem Gerinnsel.

4. Wird die trockene Substanz mit konzentrierter *Meyer*'scher Jodlösung behandelt, so färbt sich alles zuerst rein und ziemlich tief rostbraun, darauf treten nach einiger Zeit blaue Körnchengruppen auf und die Centren dickerer Massen werden blau.

5. Die Lösung färbt sich mit Jod zuerst weinrot, darauf ganz rein und tief rotpurpur (crimson), schließlich bei Überschuß von Jod braunrot.

a) Die jodierte Lösung giebt bei Zusatz von etwas Jodkalium sofort starke rostbraune Fällung. Mikroskopisch besteht der Niederschlag aus feinem Gerinnsel, das in dickerer Schicht rostbraun, in dünnerer rotviolett erscheint. Zusatz eines Jodkrystalles zu dem Gerinnsel giebt keine Bläuung desselben, es wird vielmehr brauner.

b) Die jodierte Lösung wird bei Sättigung mit Chlorkalium, bei Zusatz von Schwefel- oder Salzsäure etc. sofort tief blau ausgefällt.

6. Mit 20% Gerbsäure keine Fällung.

7. Mit Barytwasser Trübung und darauf langsame Fällung, ähnlich wie Amylodextrin. Bei Erwärmen schwindet die Fällung nicht oder doch nur wenig.

8. Mit Bleiessig zunächst gar keine Fällung; nach einiger Zeit ganz schwache Trübung und nach 24 Stunden sehr geringfügiger Absatz.

9. Bei Erhitzen mit Natronlauge schöne, ziemlich intensive Gelbfärbung.

10. Bei Erhitzen mit Kupfersulfat und Natronlauge giebt II sehr deutliche Reduktion, I dagegen keine nachweisbare.

11. Wird die Lösung mit Alkohol bis zur Trübung versetzt, so scheidet sich bei längerem Stehen ein flockiger, sehr wenig klebriger Niederschlag aus, der sich nicht an die Glaswände ansetzt.

12. Die trockene Substanz, in dampfgesättigter Atmosphäre über Wasser gestellt, zerfließt nicht, sondern wird höchstens etwas weich.

Aus diesem, bei den drei auf verschiedene Weise dargestellten Proben sehr übereinstimmenden Verhalten dürfte genügend hervorgehen, daß es sich in der That um eine wohl charakterisierte Substanz handelt, die, wie schon bemerkt, in ihren Reaktionen eine Art Mittelstufe zwischen Amylose und Amylodextrin einnimmt. Da ihr daher ohne Zweifel ein besonderer Name gebührt, so möchte ich vorschlagen, sie Amylorubin zu nennen, wegen der sehr intensiven und schönen Rotfärbung der Lösungen mit Jod.

Einen diesem Amylorubin in allen wesentlichen Reaktionen entsprechenden Körper erhielt ich auch aus den *Lintner*'schen Resten in etwas eigentümlicher Weise. Wie weiter unten (p. 494) noch genauer darzulegen ist, bleiben diese Reste bei längerem Auskochen mit 40% Alkohol zum Teil ungelöst. Ein solcher Rückstand wurde darauf nochmals mit viel 40% Alkohol ausgekocht der Auszug eingeengt und schließlich bei 58° völlig eingetrocknet. Der mäßige Rücktand erwies sich bei genauerer Untersuchung in seiner Hauptmasse aus stark doppeltbrechenden Sphären zusammengesetzt, die sich in ihren Reaktionen im allgemeinen wie Amylorubin verhielten. Zwischen die Sphären waren jedoch in recht mäßiger Menge Körnchen eingebacken, die sich mit Jod rein blau färbten, also Amylose. In Wasser löst sich die Substanz beim Erwärmen ganz klar. Die Lösung wurde darauf ausgefroren und ergab sehr reichlichen Rückstand, der sich strukturell ganz entsprechend dem Amylorubin verhielt, d. h. aus Lamellen und Fadengebilden ähnlich der ausgefrorenen Stärke bestand, die jedoch ganz aus ziemlich ansehnlichen deutlichen Sphären zu-

sammengesetzt waren. Mit einem Jodkrystall färbte sich das Ausgefrorene schön weinrot bis kupferrot, doch findet sich beigemischt weniges, das sich rein und tief blau färbt. Beim Ausfrieren hat sich daher die Amylose von dem Amylorubin gesondert ausgeschieden. Wird das Jodgefärbte vorsichtig auf dem Wasserbad erwärmt, so wird alles tief blauviolett bis rein blau; bei etwas stärkerem Erhitzen geht das jodierte Amylorubin jedoch in Lösung. — Wird das in Wasser befindliche Ausgefrorene durch Zugabe eines Tropfens *Meyer*'scher Jodlösung am Rande gefärbt, so erhält man je nach der Stärke der Einwirkung, die gesamte Farbenskala von Weinrot, durch Purpur bis schließlich tief Berlinerblau. In konzentrierter *Meyer*'scher Jodlösung wird alles in kürzester Zeit tief blau und geht wenigstens der amylorubinartige Körper allmählich in braunblaue Lösung.

Dies Verhalten gab Veranlassung, die Einwirkung eines Jodkrystalls nochmals zu versuchen, wobei sich herausstellte, daß auch bei ca. 3—4 Tage langer Einwirkung desselben in seiner nächsten Umgebung völlige Bläuung der Substanz auftritt. Von hier aus findet man nach außen alle Abstufungen des Farbentons durch purpur und weinrot bis zu farblos.

Die wässerige Lösung des Körpers verhält sich gegen Jod, Jod und Jodkalium oder Chlorkalium, Gerbsäure und Barytwasser so wie das Amylorubin[1]).

Bei der Darstellung des Amylorubins aus den Salzsäureresten wurde erwähnt (s. p. 489), daß aus der Lösung durch Zusatz von *Meyer*'scher Jodlösung und Jodkalium zuerst ein blauvioletter Niederschlag erhalten wurde, und hierauf erst aus dem Filtrat von diesem Niederschlag durch weiteren Zusatz von *Meyer*'scher Lösung und Jod-

[1]) Der Körper, welchen *Brücke* (1872) Erythrodextrin nannte, soll sich dadurch auszeichnen, daß er sich mit Jod schön rot färbe, durch Gerbsäure nicht gefällt werde und auch aus der jodierten Lösung durch Sättigung mit schwefelsaurem Natron nicht ausfalle. Da nun dieses Erythrodextrin zweifellos ein Dextrin war, das seine rote Jodfarbe der Beimischung eines der sich mit Jod rot färbenden charakteristischen Umwandlungsprodukte verdankt, so könnte man vermuten, daß gerade das Erythrodextrin *Brücke*'s mit Amylorubin gemischt gewesen sei, weil es von Gerbsäure nicht gefällt wurde. Diesem widerspricht jedoch wieder die Angabe, daß die jodierte Lösung von schwefelsaurem Natron nicht niedergeschlagen werde, denn dies dürfte für das Amylorubin sicherlich gelten. Da aber sehr starker Gehalt an Dextrin die Gerbsäurefällung und auch die andere Reaktion sicherlich etwas beeinflußt, so läßt sich diese Angelegenheit wohl überhaupt nicht bestimmt entscheiden.

kalium das Amylorubin. Dieser blauviolette Niederschlag der ersten Fällung ging leider großenteils verloren: nur ein kleiner Rest wurde gerettet und durch Kochen von Jod befreit. Diese Lösung zeigte folgende eigentümliche Reaktionen:

1. Mit Jod zuerst blauviolett, bei weiterem Zusatz blauer und schließlich rein und tief blau. Bei Zusatz von etwas Jodkalium sofort blauviolette Ausfällung.

2. Beim Eintrocknen hinterläßt die Lösung einen sphärokrystallinischen Rückstand, der sich in kaltem Wasser nur wenig löst. Bei Behandlung dieses Rückstands in Wasser mit Jodkrystall ergiebt sich das Eigentümliche, daß die Sphären sich zuerst rein weinrot färben, ohne eine Spur von Bläuung oder von blauen Einschlüssen. Je intensiver jedoch die Jodwirkung wird, desto blauer werden die Sphären und schließlich tief undurchsichtig berlinerblau. Wird hierauf *Meyer*'sche Jodlösung zugegeben, so wurde durch diese alles tief berlinerblau, und um die blauen Massen trat blaue Lösung auf, so daß also durch Jodkalium etwas in Lösung geht.

Die Jodreaktion der trockenen Substanz stimmt demnach ganz überein mit der der Lösung und ist sehr eigentümlich, da sie mit allen seitherigen Erfahrungen über die Jodreaktion verwandter Körper in Widerspruch steht. Alles aber scheint mir mit Sicherheit darauf hinzuweisen, daß hier ein besonderer Körper vorlag; denn die eigentümliche Jodreaktion läßt sich nicht etwa durch eine Beimischung von Amylose zu Amylorubin deuten; vielmehr muß hier, rein oder noch etwas verunreinigt, ein Körper vorliegen, der eben die charakteristische Eigentümlichkeit besitzt, sich mit wenig Jod weinrot bis blauviolett zu färben und bei intensiver Jodwirkung eine rein blaue Farbe anzunehmen. Überraschend kann dies ja eigentlich nicht sein, denn auch das Amyloporphyrin, Amylorubin und Amylodextrin geben bei sehr intensiver Jodwirkung und bei Gegenwart sehr geringer Wassermengen Blaufärbung.

Leider konnten die weiteren Reaktionen dieser eigentümlichen Substanz nicht studiert werden, da, wie gesagt, das meiste derselben durch einen Zufall zu Grunde ging.

8. Verwandter Körper aus Lintner'schen Resten dargestellt. (Amylosan.)

Wie schon bemerkt, hat *Lintner* (1886 p. 381) ein Verfahren zur Herstellung einer sog. löslichen Stärke angegeben, das, wie von vornherein ersichtlich, keine reine Stärkelösung geben kann. Er behandelte Stärkekörner mit Salzsäure von 7,5%, entweder 7 Tage bei gewöhnlicher Temperatur oder 3 Tage bei 40°. Es ist klar, daß sich hierbei sog. Reste bilden müssen, was auch in der That geschieht. Die fast intakt erhaltenen Körner (Kartoffel und Arrowroot) färben sich bei Behandlung mit einem Jodkrystall erst ganz schwach blau, dann gelbbraun und schließlich rostbraun. Wird zu den braun gefärbten Körnern etwas Wasser gegeben, so tritt schwach indigo- bis violettblaue Färbung auf. Werden die trockenen Körner mit *Meyer*'scher Jodlösung längere Zeit behandelt, so werden sie tief indigoblau bis blauviolett, bei darauffolgendem Wasserzusatz berlinerblau. Sie verhalten sich also fast ebenso wie die gewöhnlichen, nach *Meyer*'s Vorschrift dargestellten Salzsäurereste. Von diesen unterscheiden sie sich jedoch durch ihre völlige Löslichkeit in einer mäßigen Menge Wassers beim Kochen.

Werden die Körner mit 40% Alkohol (2 gr. Körner + 100 ccm. Alk.) längere Zeit gekocht, so bleibt eine mäßige Partie der Körner, anscheinend wenig verändert, ungelöst. Die Jodreaktion dieser Körner ist im wesentlichen ähnlich jener der ursprünglichen.

Die genauere Untersuchung dieser in 40% Alkohol wenig löslichen Körner und Körnerbestandteile, die mit zwei verschiedenen Proben (I und II) vorgenommen wurde, ergab identische Resultate. Die Probe II war zuvor ein zweites Mal mit viel 40% Alkohol ausgekocht worden, wobei der oben p. 491 geschilderte amylorubinartige Körper in Lösung gegangen war. Nachdem die beiden Proben (I u. II) zuvor bei 40—58° mehrfach mit viel Wasser extrahiert worden waren — die Probe II wurde sogar zweimal mit ziemlich viel Wasser kurze Zeit ausgekocht — wurden sie in viel Wasser durch Kochen gelöst. Die Lösung erforderte, wie gesagt, viel Wasser und längeres Kochen. Die Lösungen opalisierten. — Beide froren sehr reichlich aus und gaben ganz das gleiche Produkt, d. h. durchaus Lamellen, Fäden und Körner mit einer den Amyloseprodukten völlig entsprechenden sehr feinen, nahezu homogenen Struktur. Beim Erwärmen löst sich das Ausgefrorene in Wasser leicht und ganz klar.

Die Lösung des Ausgefrorenen gab bei Prüfung mit Jod erst ganz schwach weinrote Farbe, darauf ganz reines und intensives Blau und schließlich tief Purpur (atropurpureus). — Bei Zusatz von etwas Jodkalium starke atropurpureusfarbige Fällung, die auch bei Zusatz von Chlorkalium ihre Farbe nicht ändert. Bei Sättigung mit Chlorkalium dagegen fällt die jodierte Lösung rein blau aus.

Mit 20 % Gerbsäure giebt sie starken Niederschlag. Mit Barytwasser starke Fällung, die beim Kochen nur teilweise schwindet. Mit Natronlauge wird die Lösung schwach rosa und beim Erwärmen schön gelb. Mit Natronlauge und Kupfersulfat ließ sich keine Reduktion erzielen.

Bei Zusatz von Alkohol bis zur Trübung der Lösung setzt sich nach einiger Zeit ein flockiger, nicht klebriger Niederschlag ab.

Das Ausgefrorene färbt sich mit einem Jodkrystall in Wasser fast alles weinrot bis tief purpur (am ähnlichsten vinosus bei *Saccardo*); beigemischt sind jedoch in geringer Menge Lamellen und Fäden, die sich rein blau färben (Amylose), noch seltener finden sich Elemente, die eine Mischfarbe zwischen blau und purpur zeigen. Es ist daher zweifellos etwas Amylose vorhanden, doch hat sich diese beim Ausfrieren fast ganz abgesondert ausgeschieden. Wird der Substanz etwas Arrowrootstärke beigemischt, so färben sich deren Körner schon in größerer Entfernung von dem Jodkrystall als die vorliegende Substanz. Letztere nimmt daher das Jod weniger energisch auf als die Stärke. — Läßt man jedoch das Präparat mit dem Jodkrystall längere Zeit in der feuchten Kammer stehen, so färbt sich allmählich in einigen Tagen bei genügender Jodwirkung alles um den Krystall tief berlinerblau.

Wird das Ausgefrorene mit konzentrierter *Meyer*'scher Jodlösung behandelt, so ergiebt sich in kurzer Zeit tief blaue Färbung, und zwar geht die Farbe von anfänglichem weinrot, durch vinosus, atropurpureus und stahlblau endlich in tiefes berlinerblau über.

Wurde das mit Jodkrystall Gefärbte auf dem Wasserbad vorsichtig erhitzt, so geht die Farbe in tiefes und reines berlinerblau über. Wenn man hierauf das Jod mit 50 % Alkohol und etwas Chlorwasser entfernt und dann von neuem verdünnte *Meyer*'sche Lösung zugiebt, so tritt keine Blaufärbung, sondern wieder weinrote bis purpurne Färbung auf. — Ebenso verhält sich auch die Substanz, welche durch konzentrierte *Meyer*'sche Lösung tief berlinerblau gefärbt war; nachdem das Jod entfernt war, färbte sie sich mit verdünnter *Meyer*'scher Lösung weinrot bis atropurpureus und bei Zusatz

ganz konzentrierter Lösung braun. Die Färbung war jetzt entschieden intensiver wie die der ursprünglichen Substanz unter gleichen Bedingungen.

Wird das Ausgefrorene mit Jodkrystall in konzentrierter Chlorkaliumlösung aufgestellt, so färbt es sich zuerst schwach blau, dann schön weinrot bis purpur und schließlich tief berlinerblau. In 24 Stunden war alles tief berlinerblau. Nach dem Ausziehen des Jods tritt bei Jodfärbung wieder weinrote bis Purpurfarbe auf.

Nach diesen Erfahrungen handelt es sich also um einen Körper, der der gewöhnlichen Amylose sehr nahe steht, indem er ausfriert wie diese, durch Gerbsäure und Barytwasser gefällt wird, nicht reduziert, und sich namentlich auch in der Ausfällung der jodierten Lösung durch Jodkalium an die Amylose anschließt; doch wird er blauviolett (atropurpureus) gefällt. Im festen Zustand färbt er sich mit Jod weinrot bis purpur und erst bei sehr langer Jodwirkung blau, wird aber ferner beim Erhitzen, bei Behandlung mit Schwefelsäure oder Chlorkalium und voraussichtlich noch mit vielen ähnlich wirkenden Substanzen blau. Ebenso wird er bei Behandlung mit konzentrierter Jodjodkaliumlösung allmählich tiefblau.

Ich halte es für nicht wohl möglich, die Eigenschaften dieses Körpers durch ein Gemisch von Amylose mit einem der anderen beschriebenen Körper, von denen aber nur das Amylorubin in Betracht käme, denn dieses allein wäre durch seine Ausfällbarkeit mit Jodkalium dazu geeignet, zu erklären. Denn es ist unzweifelhaft, daß der fragliche Körper durch Gerbsäure gefällt wird wie Amylose, die ihm aber nur in geringer Menge beigemischt sein kann, während das Amylorubin von Gerbsäure nicht gefällt wird.

9. Weitere Untersuchungen über die zuerst 1896 von mir dargestellten sog. künstlichen Stärkekörner.

Aus der vorstehenden Schilderung dieses vorläufig als Amylosan bezeichneten Körpers ergiebt sich, daß er eine gewisse Ähnlichkeit mit den von mir zuerst 1896 dargestellten künstlichen Stärkesphären besitzt. Ich habe deshalb die Untersuchung dieser Sphären noch einmal aufgenommen und will die Ergebnisse hier kurz mitteilen. Wie ich 1896 und 1898 (p. 250) genauer darlegte, wurden die Sphären dargestellt aus Lösungen von Arrowroot- oder Weizenstärke, die entweder durch Kochen von 2 g Stärke mit 100 g Wasser oder durch

Erhitzen von 2 g Stärke mit 100 g Wasser 10—15 Minuten auf 145° (unter Zugabe von etwas Calciumkarbonat) erhalten worden waren. Diese Lösungen wurden nach sorgfältiger Filtration mit dem gleichen Volum 5% Gelatinelösung, die bei den späteren Versuchen stets mit etwas Natriumkarbonatlösung schwach alkalisch gemacht worden war, vermischt und alsdann auf dem Wärmschrank bei ca. 40° C. eingetrocknet. Die Körner wurden durch Auflösen der Gelatine bei 40° und vielfaches Auswaschen mit Wasser bei derselben Temperatur von der Gelatine befreit. Das Genauere über ihre Darstellung, sowie über die Vorgänge bei ihrer Bildung wurde, wie bemerkt, 1898 (p. 250 ff.) beschrieben, ebenso ihre Struktur, Reaktionen, Doppelbrechung, Quellung und sonstiges Verhalten dort schon abgehandelt. Die Körner, welche aus den durch Kochen dargestellten Lösungen erhalten wurden, habe ich 1898 als B-Körner, die aus der bei 145° dargestellten Lösung erhaltenen als A-Körner bezeichnet. Neuerdings wurden auch aus der mit Salzsäure bereiteten löslichen Stärke (s. oben p. 441) in derselben Weise sehr schöne Sphären dargestellt; sie mögen im Folgenden als C-Körner bezeichnet werden.

Hier interessiert uns speziell die Jodfärbung der künstlichen Körner, die auch nach vielfachem Auswaschen mit Wasser bei 40° nie ganz rein blau war. Zwar begann sie bei allen Körnern rein blau, ging aber bei starker Jodwirkung (Jodkrystall, Jodtinktur oder *Meyer*sche Lösung) in brauviolett bis braunrot (B-Körner) oder bei den C-Körnern bei intensiver Jodwirkung in braunviolett (atropurpureus *Saccardo*) bis mehr blauviolett über.

Die A-Körner dagegen bestehen aus zwei untereinander gemischten Varietäten, von denen die eine sich bei starker Färbung mit schwacher Jodtinktur rotviolett bis violettrot und schließlich bräunlichrot färbt, die andere dagegen blauviolett bis schließlich schwarzblau. Bei Anwendung von Jodjodkaliumlösung wird die erste Varietät der A-Körner viel mehr rot bis braun, bei Färbung mit einem Jodkrystall dagegen mehr blauviolett bis sogar rein blau. Demnach hat jedenfalls die Anwesenheit von wenig Jodkalium schon einen wesentlichen Einfluß auf den Farbenton dieser Varietät der A-Körner.

1896—1898 wurde schon festgestellt, daß kurzes Erhitzen der jodgefärbten Körner auf dem Wasserbad bei sämtlichen reine und sehr tief berlinerblaue Farbe hervorruft, während die umgebende Flüssigkeit sich etwas weinrot gefärbt zeigt. Wird hierauf durch Alkohol, eventuell unter Zusatz von etwas Chlorwasser, das Jod aus den Körnern entfernt, so färben sie sich nun alle schön und rein

blau mit Jod, nicht mehr rotviolett oder braunviolett wie ursprünglich. Die früher rotviolett sich färbende Varietät der A-Körner zeigt jedoch wie ich neuerdings fand, jetzt die Eigentümlichkeit, daß sie sich weniger intensiv blau färbt als die Varietät, welche sich anfänglich blauviolett (atropurpureus) färbte. — Ferner wurde 1898 schon ermittelt, daß die Körner nach mehrtägigem Verweilen in konzentrierter *Meyer*'scher Jodlösung sich sämtlich rein und tief blau gefärbt erweisen, und daß sie nun, wenn genügend lange mit der Jodkaliumlösung behandelt, auch nach Entfernung des Jods sich fortan rein blau färben, wie gewöhnliche Stärkekörner. — Es wurde ferner nachgewiesen, daß weder durch das Erhitzen der jodgefärbten Körner, noch durch die längere Behandlung mit *Meyer*'scher Lösung ihre Doppelbrechung vermindert wird, sie bleibt wie zuvor. Hieraus folgte also, daß die in der angegebenen Weise behandelten künstlichen Körner sich wie echte Stärkekörner verhalten, abgesehen von der sog. Lösungsquellung und Verkleisterung, die sie nicht zeigen, oder doch nur in sehr geringem Grad. Sie sind eben in kochendem Wasser viel weniger löslich als gewöhnliche Stärkekörner.

1898 konnte ich mir die Umwandlung, welche die jodgefärbten Körner beim Erhitzen oder bei längerer Behandlung mit Jodjodkalium erfahren, nur so erklären, daß sie dabei eine Umwandlung erleiden; jetzt hat sich durch weitere Versuche meine Ansicht hierüber etwas geändert, wie aus dem Folgenden hervorgehen wird.

Zur weiteren Prüfung dieser künstlichen Sphären schien mir folgender Versuch von Wichtigkeit. Sowohl von den C-Körnern als von den B-Körnern wurde eine Partie getrocknet und der trockene Rückstand darauf in etwas Salzsäure von 37% in der Kältemischung gelöst. Die Lösung darauf mit dem 2—3fachen Volum Wasser verdünnt, filtriert und mit viel Alkohol gefällt. Der reichliche Niederschlag wurde auf dem Filter mit 75% Alkohol und schließlich etwas ammoniakhaltigem Alkohol gewaschen und unter Alkohol aufbewahrt. Die so erhaltene Substanz löst sich in kaltem Wasser leicht, und wenn nicht in sehr großer Menge gelöst, ganz klar, nicht opalisierend. Bei Prüfung mit Jod verhält sich die Lösung wie reine Amyloselösung, sie färbt sich ganz rein und tief blau und in sehr verdünntem Zustand bei etwas Jodüberschuß rein grün. Sie verhält sich demnach in dieser Hinsicht gerade so wie die reinste Amyloselösung, die man durch kurzes Kochen von Stärke mit Wasser zu bereiten im stande ist. Wird die jodierte Lösung mit ein wenig Jodkalium versetzt, so fällt alle Stärke als tief berlinerblauer Nieder-

schlag aus. — Die Lösung wird ferner durch 20% Gerbsäure wie Amyloselösung gefällt, ebenso durch Barytwasser. Beide Fällungen lösen sich beim Erwärmen vollständig und kehren beim Erkalten zurück. Die sehr konzentrierte Lösung scheidet beim Stehen in wenigen Stunden viel Stärke als fein globulitisches Gerinnsel aus. Beim Frieren der Lösung scheidet sich die Stärke massenhaft in den bekannten Formen, in großen Lamellen, Fäden und Körnern aus. Werden diese mit einem Jodkrystall (B-Körner) aufgestellt, so färben sie sich erst rein blau, bei sehr intensiver Jodwirkung aber blauviolett; sie verhalten sich also etwa so wie das Ausgangsmaterial, die B-Körner. Wurde dagegen diese ausgefrorene Stärke aus den B-Körnern in Wasser aufgestellt und am Rande des Deckglases ein Tröpfchen *Meyer*'sche Lösung zugegeben, so trat folgende seltsame Färbung auf. Anfangsfärbung ganz schwach blau, darauf weinrot bis violett und schließlich ganz rein und intensiv berlinerblau.

Ich muß sagen, daß mich dieses Resultat sehr überraschte, denn ich hatte doch vermutet, daß die abweichende Jodfärbung der festen Körner sich irgendwie in der Jodfärbung der Lösung kenntlich machen müßte. Ich kann mir einstweilen die Sachlage nur so erklären, daß, wenn eine beigemischte Substanz die Jodfärbung der festen Körner beeinflußt, und wir werden sehen, daß dies thatsächlich der Fall ist, diese Substanz doch nur in so geringer Menge vorhanden ist, daß sie in der Lösung der Körner, gegenüber der großen Menge von Amylose, völlig unkenntlich wird und dass sie speziell bei starker Verdünnung der Lösung die reine Stärkefarbe gar nicht mehr beeinflußt.

Zur Prüfung, ob durch die längere Behandlung mit *Meyer*'scher Lösung etwas aus den Körnern herausgelöst werde, wurde eine größere Menge der B-Körner mit viel *Meyer*'scher Lösung 24 Stunden im Röhrchen bei 40° behandelt, die braunrote Lösung darauf filtriert, durch Kochen das Jod vertrieben, die Lösung stark eingeengt und darauf mit viel Alkohol gefällt. Es schied sich wenig weißer flockiger Niederschlag aus, der nach dem Absitzen und Auswaschen mit etwas 75% Alkohol in wenig kaltem Wasser gelöst wurde. Der noch vorhandene Alkohol wurde hierauf durch Kochen entfernt und die Lösung auf ein sehr kleines Volum eingeengt. Hierauf wurde sie gefroren, wobei sich gar nichts ausschied. Ihre Prüfung ergab folgendes:

1. Mit Jod färbte sie sich zuerst rein blau, mäßig intensiv, darauf schließlich tief rotpurpur, etwa so wie die Klebreisstärke.

2. Bei Zusatz von etwas Jodkalium wird die jodierte Lösung rein braun und in 24 Stunden finden sich auf dem Boden nur Spuren

von violettem Gerinnsel, das bei Zusatz von Wasser rein blau wird.

3. Wird die jodierte Lösung mit Chlorkalium gesättigt, so erfolgt sofort reichliche violette Ausfällung, gerade so wie bei der Klebreisstärke. Bei Verdünnen mit Wasser bleibt das Gerinnsel violett.

4. Mit 20% Gerbsäure sehr starke Fällung.

5. Mit Barytwasser starke Fällung, die beim Erhitzen nicht ganz schwindet.

6. Wird Alkohol bis zu ziemlich starker Trübung zugesetzt, so setzt sich in 24 Stunden der Niederschlag zähklebrig auf dem Boden des Röhrchens fest.

Die aufgezählten Reaktionen ergeben, daß die von der *Meyer*'schen Jodlösung aus den B-Körnern herausgelöste Substanz dem von mir Amyloporphyrin genannten Körper verwandt ist, noch mehr jedoch der Klebreisstärke (Amyloerythrin). Letzterer nähert sie sich, im Gegensatz zu dem Amyloporphyrin, durch ihre Nichtausfrierbarkeit, und namentlich durch die blauviolette Farbe des mit Chlorkalium in der jodierten Lösung entstehenden Niederschlags. Obgleich die Lösung wegen der ursprünglich rein blauen Färbung mit Jod und der Spur von Ausfällung durch Jodkalium ja zweifellos ein klein wenig Amylose enthielt, so ist die blauviolette Farbe des Niederschlags mit Chlorkalium doch sehr charakteristisch. Da wir fanden, daß alle sonst erhaltenen Umwandlungsprodukte der Stärke, Amylosan, Amyloporphyrin, Amylorubin, Amylodextrin aus der jodierten Lösung durch Chlorkalium ganz rein blau abgeschieden werden, nur die Klebreisstärke violett, so spricht, wie gesagt, vieles dafür, daß die von *Meyer*'scher Lösung aus den B-Körnern ausgezogene Substanz sich der Klebreisstärke oder dem sog. Amyloerythrin am meisten nähert; wobei natürlich die Frage offen bleibt, ob die blauviolette Farbe dieses Niederschlags eine einheitliche ist, oder auf der Mischung eines blauen und braunen Fällungsproduktes beruht, wie dies bei der Klebreisstärke (s. p. 465) schon angedeutet wurde.

Wurde eine Partie der A-Körner mit verdünnter *Meyer*'scher Lösung ½ Stunde auf dem Wasserbad erhitzt, aus der etwas violetten Lösung darauf das Jod entfernt und die sehr eingeengte Lösung mit viel Alkohol gefällt, wobei sehr wenig ausfiel, so erhielt man eine Substanz, die ganz dieselben Reaktionen zeigte wie die aus den B-Körnern ausgezogene, mit dem einzigen Unterschied, daß ihr etwas mehr, sich anfänglich rein blau mit Jod tingierender Amylose beigemengt war. Die so behandelten und von Jod befreiten A-Körner

färbten sich fortan mit Jodkrystall oder *Meyer*'scher Jodlösung rein blau, nur in etwas verschiedener Intensität, wie schon oben angegeben.

Eine ansehnliche Menge der C-Körner wurde ferner dreimal nacheinander mit ziemlich viel *Meyer*'scher Jodlösung, jeweils ca. 24 Stunden, bei 40° behandelt. Aus der abgegossenen rein braunen filtrierten Lösung wurde in der vorhin angegebenen Weise das mit Alkohol Fällbare gewonnen; es war sehr wenig. Dasselbe in sehr wenig Wasser gelöst und gefroren, ergiebt ein klein wenig Ausgefrorenes, in Form von Fetzchen und Lamellen, die sich mit Jod rein und intensiv blau färbten (also Amylose). Die darüberstehende Lösung färbte sich mit Jod zuerst rein violett, darauf tief rotpurpur, bei Zusatz von Jodkalium wird sie rein braun ohne Ausscheidung und mit Chlorkalium giebt sie reiche violette Fällung; es liegt also derselbe Körper vor, der aus den A- und B-Körnern ausgezogen wurde, mit Beimischung von etwas Amylose.

Die auf solche Weise extrahierten C-Körner färbten sich mit Jodkrystall oder *Meyer*'scher Lösung rein und intensiv blau, alle gleichmäßig und schließlich ganz undurchsichtig mit einem schwachen Stich ins violette. Wird eine Probe derselben mit Wasser einige Zeit gekocht, so wird nur sehr wenig gelöst; diese Lösung zeigt mit Jod oder Jod und Jodkalium absolut reine Amylosereaktion.

Die in der oben angegebenen Weise mit *Meyer*'scher Lösung extrahierten B-Körner wurden mit Jod nicht ganz rein blau, sondern bei sehr intensiver Färbung noch blauviolett. Sie wurden daher nochmals mit *Meyer*'scher Lösung unter Zusatz eines kleinen Jodkrystalls auf dem Wasserbad 1/2 Stunde erhitzt. Jetzt wurden sie alle nach Entfernung des Jods rein und tiefst blau durch Jod gefärbt, wobei sich jedoch, ebenso wie bei den gereinigten A-Körnern (nicht jedoch den C-Körnern), die Eigentümlichkeit zeigte, daß die erste Spur der Jodfärbung nicht blau, sondern weinrot ist.

Der erhaltene braungrüne Extrakt wurde von Jod befreit und mit Alkohol gefällt. Die Lösung dieser Fällung ergab bei der Untersuchung durch die Jodfärbung, durch Fällung der jodierten Lösung mit Chlorkalium und durch mäßiges Ausfrieren die Gegenwart von ziemlich viel Amylose. Das zeigte sich hauptsächlich an den ausgefrorenen Lamellen und Fäden; dieselben färbten sich mit Jod z. T. rein blau, z. T. bei Jodüberschuß braunviolett bis braun, also etwa so wie die ursprünglichen B-Körner, und diese Lamellen verhielten sich denn auch beim Erhitzen geradeso, sie wurden rein und intensiv

blau und nach Entfernen des Jods und neuem Zusatz von Jod färbt sich nun alles rein blau.

Oben p. 499 wurde angegeben, daß die aus den B-Körnern durch Salzsäurelösung und Alkoholfällung erhaltene und dann ausgefrorene Stärke nicht ganz rein ist, sondern sich mit Jodkrystall bei starker Wirkung noch etwas blauviolett färbt und sich auch mit *Meyer*'s Jodlösung durch die anfänglich weinrote bis purpurartige Farbe als nicht ganz rein erwies. Wurde diese ausgefrorene Stärke darauf mit *Meyer*'scher Lösung 24 Stunden bei ca. 50° behandelt, das Jod dann wieder entfernt, so färbte sie sich nun mit einem Jodkrystall ganz rein berlinerblau, von anfang an und auch bei intensivster Jodwirkung. Ebenso war bei der Behandlung mit *Meyer*'scher Lösung die weinrote Anfangsfärbung verschwunden oder doch höchstens in kaum bemerkbarer Spur noch vorhanden.

Aus diesen Beobachtungen muß ich schließen: 1. daß meine Deutung der künstlichen Stärkekörner als Sphärokrystalle von Amylose vollkommen richtig war, denn sie bestehen, wie die genauere Untersuchung ergiebt, in ihrer ganz überwiegenden Masse aus einer Substanz, die sich, sowohl im festen Zustand als in Lösung, in jeder Hinsicht wie Amylose verhält. 2. Daß dieser Amylose in den künstlichen Körnern in sehr geringer Menge ein Umwandlungsprodukt beigemischt ist, das sich mit Jodjodkaliumlösung ausziehen läßt, und das auch in jodiertem Zustand beim Erhitzen in Wasser in Lösung geht. Diese Substanz ist nach ihren Reaktionen jedoch kein Amylodextrin, sondern nähert sich mehr dem Amyloporphyrin, am meisten Ähnlichkeit hat sie aber, soweit die Untersuchungen bis jetzt reichen, mit der Klebreisstärke (Amyloerythrin). 3. Nach Entfernung dieser Substanz geben die Körner mit Jod reine Amyloscreaktion, ohne ihren Charakter als positiv doppelbrechende Sphären verloren zu haben.

4. *Meyer*'s Deutung der künstlichen Stärkesphären als durch amorphe Amylose verunreinigte Amylodextrinsphären bedarf nach den vorhergehenden Ergebnissen wohl keiner weiteren Widerlegung.

10. Bemerkungen über Dextrin.

Da ich im Laufe dieser Abhandlung mehrfach auf das Dextrin eingehen mußte, insofern ich einmal gewisse aufgefundene Körper als solches bezeichnete, andererseits auch in gewissen Fällen den Einfluß einer Beimischung von Dextrin auf die Reaktionen der beschriebenen stärkeartigen Körper festzustellen versuchte, so muß ich hier ganz kurz auf die Eigenschaften und die Darstellung der von mir als Dextrin bezeichneten Körper eingehen.

Das von mir bei den Versuchen verwendete Dextrin habe ich teils direkt aus Arrowrootstärke, teils dagegen aus dem von *Merck* bezogenen Gommelin dargestellt. Im ersteren Fall wurde entweder so verfahren, daß die Stärke direkt in einer mäßigen Quantität 37% Salzsäure aufgelöst und die Lösung darauf kurze Zeit bei 40° in den Wärmschrank gebracht wurde, bis die Färbung mit Jod ganz geschwunden schien. Darauf wurde mit viel absolutem Alkohol gefällt und auf dem Filter mit Alkohol gewaschen, zuletzt mit etwas ammoniakhaltigem (Dextrin I). Oder die Stärke wurde mit wenig 37%iger Salzsäure gelöst, die Lösung darauf mit so viel Wasser verdünnt, daß 9% Chlorwasserstoff vorhanden waren und im Wärmschrank bei 40° stehen gelassen. Die Lösung schied dabei allmählich etwas flockigen Bodensatz ab, der abfiltriert und geprüft die Eigentümlichkeit darbot, daß er sich mit Jod zuerst weinrot bis purpurfarbig und bei intensiver Jodwirkung blau färbt, er gehört daher in die Kategorie der sich ähnlich verhaltenden Umwandlungsprodukte, die oben beschrieben wurden. Die Jodfarbe der Lösung ging allmählich durch violett und rot in braun über. Dies dauert ca. 2—3 Tage. Die von Jod nur ganz schwach gebräunte Lösung wurde darauf mit *Meyer*scher Jodlösung versetzt, wobei sich in 12 Stunden wenig Niederschlag absetzte. Die braune Flüssigkeit wurde von diesem abgegossen und mit viel Alkohol gefällt; der Niederschlag mit Alkohol gewaschen und getrocknet. Hierauf wurde er mit 25% Alkohol kalt behandelt, wobei sich allmählich alles bis auf ganz geringen Rückstand auflöste und die Lösung bei 50° eingetrocknet. Der Rückstand war ganz farblos, rein glasig durchsichtig (Dextrin II).

Die Gommelinlösung wurde mit 5% Salzsäure versetzt und im Wärmschrank bei 40° behandelt. Nach 5 Tagen färbte sie sich mit Jod noch deutlich braun; nach weiteren 2 Tagen noch ziemlich viel gelber als Wasser mit dem gleichen Volum Jodlösung; nach weiteren

24 Stunden wurde die Lösung bei der Prüfung höchstens eine Spur gelber. Jetzt wurde mit Alkohol gefällt und der Rückstand aufgehoben (Dextrin III).

Alle 3 Präparate zeigen folgende gemeinsame Eigenschaften:

1. In kaltem Wasser lösen sie sich leicht und vollständig in beliebiger Menge wie Gummi arabicum.

2. In feuchter Atmosphäre zerfließen sie in kurzer Zeit zu flüßigem Gummi.

3. In 50% Alkohol sind sie stark löslich.

4. Aus der wässerigen Lösung werden sie durch Alkohol in zähflüßigen wasserklaren Tröpfchen gefällt, die bei Behandlung mit absolutem Alkohol als feinschaumige weiße Tropfen gerinnen und fest werden. Diese zähflüßigen alkoholhaltigen Tropfen zeichnen sich durch die weitere sehr interessante Eigentümlichkeit aus, daß sie auch bei einfachem Eintrocknen an der Luft durchaus schaumig und kreideweiß werden. Es tritt also beim Eintrocknen eine nochmalige schaumige Entmischung ein, wobei sich alkoholische Flüssigkeit in feinen Tröpfchen in der Masse abscheidet und darauf verdunstet, so daß die eingetrockneten Tropfen einen von feinen Gasbläschen durchsetzten, im auffallenden Licht kreideweißen festen Schaum bilden.

5. In 75% Alkohol dagegen sind die Dextrine wenig löslich, zerfließen jedoch darin zu zähflüßigem, fadenziehendem klarem Schleim. Wird dieser herausgenommen, so trocknet er ganz in derselben Weise zu einem kreideweißen Schaum ein wie die eben geschilderte alkoholische Fällung[1]).

6. Bei Eintrocknen der Lösung entsteht nie etwas krystallinisches, sondern nur glasige Lamellen.

7. Weder Gerbsäure noch Barytwasser oder Bleiessig fällen.

8. Bei der Prüfung mit Jodkrystall wird die Lösung der Dextrine I und III deutlich gelb, was sich beim Vergleich mit einer gleich dicken Schicht Wasser, die sich mit einem Jodkrystall schwächer und

[1]) Das Genauere über diese interessanten und, wie ich glaube, für die Deutung der Mikrostrukturen kolloidaler Körper wichtigen Vorgänge werde ich in einer besonderen Abhandlung darlegen. Ich bemerke hierzu noch, daß Gummi arabicum in 75% Alkohol ganz in derselben Weise zu zähem fadenziehenden Schleim zerfließt, der beim Eintrocknen dieselbe Eigenschaft zeigt, wie die alkoholische Dextrinlösung. Ich habe schon 1898 (p. 59 ff.) über die besondern Eigenschaften dieser zähen alkoholischen Gummilösung einige Mitteilungen gemacht. Auch die wahrscheinliche Deutung der Schaumbildung beim Eintrocknen genannter Lösungen werde ich in der besonderen Arbeit eingehender behandeln, so dass ich das hier Bemerkte nur als provisorisch anzusehen bitte.

mehr bräunlich färbt, gut erkennen läßt. Bei Zusatz des doppelten Volums *Mayer*'scher Jodlösung und Sättigung mit Chlorkalium, oder bei Sättigung der mit dem Jodkrystall gefärbten Lösung mit Chlorkalium tritt in mehreren Tagen keine erkennbare Spur von Fällung auf. Die Lösung des Dextrins II färbt sich dagegen mit einem Jodkrystall ziemlich stark kastanienbraun und scheidet mit dem doppelten Volum *M*-Lösung versetzt und mit Chlorkalium gesättigt, oder bei Sättigung der mit Jodkrystall versehenen Lösung mit Chlorkalium in 24 Stunden ein wenig rein blaues Gerinnsel auf dem Boden ab. Dieses Dextrin enthält daher noch eine Spur von Amylodextrin.

9. Mit Natronlauge erwärmt werden die Lösungen schön gelb.

10. Alle drei Dextrine reduzieren alkalische Kupferlösung ziemlich stark. — Das Dextrin I wurde aus der wässerigen Lösung durch successiven Alkoholzusatz in 6 Portionen gefällt, wobei sich ergab, daß alle Abscheidungen aus den erwähnten zähflüssigen Tröpfchen bestanden und daß die erste und zweite Portion nicht reduzierten, die übrigen dagegen wohl: mit Natronlauge erwärmt, zeigten 1 und 2 Gelbfärbung.

Aus dem Vorstehenden dürfte hervorgehen, daß die Braun- oder Rotfärbung der Dextrine sicherlich stets auf der Beimischung eines der früher beschriebenen Umwandlungsprodukte beruht. Das reine Dextrin kann sich mit Jod höchstens schwach gelb färben, indem es etwas mehr Jod auflöst als reines Wasser. Ich komme daher, wie auch andere Forscher, zu dem Schluß, daß man nur denjenigen Körper als Dextrin bezeichnen sollte, der keine stärkere Färbung mit Jod zeigt als die eben angegebene. Da man einmal den gerade nicht sehr geeigneten Namen Amylodextrin aufgestellt hat, so wäre es vielleicht angezeigt, auch dies typische Dextrin, das mit Jod keine eigentliche Färbung mehr zeigt, als Achroodextrin zu bezeichnen, wie es ja mehrfach vorgeschlagen wurde. Ob unter diesem selbst wieder mehrere Modifikationen unterschieden werden können, was von gewissen Beobachtern angegeben wird, kann hier nicht weiter erörtert werden. Wie eben bemerkt, gelang es mir durch fraktionierte Alkoholfällung einen, sich sonst wie das reduzierende Dextrin verhaltenden Körper darzustellen, der kein Reduktionsvermögen mehr besaß.

Die untersuchten käuflichen Dextrine enthielten, abgesehen von den verunreinigenden Stärkekörnern, neben dem die Hauptmasse bildenden Dextrin, etwas Amylose, Amyloporphyrin und Amylodextrin. In den *Lintner*'schen Resten ließen sich nachweisen: neben Spuren von Amylose, Amylosan, Amyloporphyrin, Amylorubin, Amylodextrin und ein wenig Dextrin.

Wenn man die Umwandlungsprodukte der Stärke (Amylose), deren Charakteristik in dieser Abhandlung versucht wurde, überschaut, so legen deren geringfügige, wenn auch immerhin ziemlich hervorstechende Unterschiede in gewissem Hinblick die Frage nahe, ob diese Körper wirklich scharf charakterisierte chemische Individuen sind, oder nur Modifikationen, welche vielleicht bei tieferem Einblick als durch allmähliche Übergangsstufen ineinander übergehend erkannt werden.

Hinsichtlich der Amylose, des Amylosans, des Amyloporphyrins und Amylodextrins liegt eine solche Auffassung eigentlich sehr nahe. Die Farbe ihrer Jodverbindungen geht von blau (Amylose) in rotpurpur (Amylosan, Amyloporphyrin) und schließlich reines braun (Amylodextrin) über, wobei das der Amylose am nächsten stehende Amylosan die Fähigkeit bewahrt hat, bei sehr starker direkter Jodwirkung sich tief blau zu färben, während das Amyloporphyrin sich nur mit Jodjodkaliumlösung allmählich bläut, was bei geeignetem Verfahren auch mit dem Amylodextrin gelingt. Mit Schwefelsäure oder Chlorkalium etc. wird die Jodverbindung aller dieser Körper tief blau. Fällung der jodierten Lösung mit Jodkalium zeigt, außer der Amylose, nur noch das Amylosan, jedoch blauviolett nicht blau. Die Fällung durch Gerbsäure hat nur bei dem Amylodextrin aufgehört. Alle genannten Körper frieren aus.

Seltsam fällt nun aus dieser Reihe das sog. Amylorubin heraus, das wegen seines Ausfrierens und der blauen Fällung der Lösung durch Salze oder Säuren im übrigen durchaus zu dieser Gruppe gehört. Es hat nämlich, obgleich es sich in seinen sonstigen Eigenschaften dem Amylodextrin zunächst anschließt, die Eigenschaft bewahrt, aus der jodierten Lösung durch Jodkalium rostbraun ausgefällt zu werden.

Dagegen ist die Klebreisstärke (das Amyloerythrin) entschieden ein Körper, der sich nicht der Gruppe der soeben besprochenen anreihen läßt. Vor allem weicht er von ihnen ab durch die Nichtausfrierbarkeit, ferner hauptsächlich dadurch, daß er weder von Salzen noch Säuren in eine blaue Jodverbindung übergeführt wird, sondern nur in eine braunviolette.

Ebenso tritt auch das Glykogen aus der Reihe heraus, als nichtausfrierbar und ohne Bläuungsfähigkeit der Jodverbindung durch Salze oder Säuren. Die Jodverbindung scheidet sich braun aus. Dabei hat das Glykogen die Fällbarkeit durch Gerbsäure bewahrt, wie die ursprünglichen Körper der ersten Gruppe. Es wäre daher nicht un-

möglich, daß das Amyloerythrin doch nähere Beziehungen zu dem Glykogen hätte, um so mehr, als es ja gelang, aus demselben durch fraktionierte Ausfällung mit *Meyer*'scher Lösung und Schwefelsäure einen Körper zu erhalten, der sich in seinen Eigenschaften am meisten dem Glykogen nähert.

Der Umstand, daß das Amyloporphyrin und Amylorubin mit ganz identischen Eigenschaften auf verschiedenen Wegen und aus verschiedenen Produkten mehrfach erhalten wurden, spricht doch in gewissem Grade dafür, daß sie wenigstens gewisse stabilere Etappen in der Umwandlungsreihe darstellen müssen.

Heidelberg, Februar 1903.

Tabellarische Übersicht der wichtigsten Reaktionen der beschriebenen Körper.

Art der Reaktion	Amylose	Amylosar	Amylopsychyrin	Klebreisstärke Erythroamylum Amyloerythrin	Amylorubin	Amylodextrin	Glykogen	Dextrin
Löslichkeit in Wasser.	Im getrockneten Zustand in kaltem Wasser sehr wenig oder nicht, beim Kochen mäßig löslich. Lösung stets opalisierend.	Im trockenen Zustand in kalt. Wasser sehr wenig oder nicht löslich; beim Kochen mäßig löslich. Lösung etwas opalisierend.	Im trockenen Zustand wenig löslich in kalt. Wasser; beim Erwärmen leicht u. klar löslich.	Löslichkeit in festem Zustand in kaltem Wasser ziemlich verschieden: teils leichter, teils schwieriger, selbst beim Kochen z. T. Die Lösung teils klar, teils opalisierend.	In kaltem Wasser wenig, in heißem leicht u. klar löslich.	In kaltem Wasser wenig, in heißem leicht u. klar löslich.	In kaltem Wasser mäßig, in heißem leicht löslich. Die Lösung stets stark opalisierend.	In kaltem Wasser leicht löslich
Feste Substanz in Wasser mit Jodkrystall.	Rein und tief blau.	Weinrot bis tief purpur, bei sehr langer und starker Jodwirkung blau.	Weinrot bis tief purpur.	Weinrot bis tief purpur u. braun.	Rein braun.	Bei intensiver Jodwirkung rein braun.	Braun, jedoch ohne große Neigung sich zu färben.	Nichts.

Hierauf Schwefelsäure.	Blau.	Blau.	Blau.	Purpur	Blau.	Blau.	—	Nichts.
Erhitzt.	Blau.	Blau.	Geht in weinrote bis purpurfarbige Lösung.	Weinrot bis Purpur.	Löst sich.	Löst sich.	Löst sich.	-
Feste Substanz, mit konzentrierter *Meyer*scher Jodlösung behandelt.	Sofort blau.	Sofort blau.	Wird allmählich blau.	Sofort purpur.	Wird allmählich blau.	Braun, einzelne Sphären im Innern allmählich blau; allmählich gelöst.	Färbt sich wenig, geht in braune Lösung.	—
Feste Substanz über Jodkrystall in Wasserdämpfen aufgestellt.	Blau.	Wird allmählich blau.	Wird allmählich blau.	Purpur.	Wird allmählich blau.	Wird allmählich blau.		
Feste Substanz in konzentr. Lösung von Chlorkalium mit Jodkrystall.	Blau.	Blau.	Wird allmählich tief und rein blau.	Purpur.	Blau.	Wird allmählich tief und rein blau.	Keine Veränderung der braunen Farbe.	—

Art der Reaktion	Amylose	Amylosan	Amylo porphyrin	Klebreisstärke (Erythro amylum, Amyloerythrin	Amylerubin	Amylodextrin	Glykogen	Dextrin
Lösung. Mit Jod.	Rein blau. Bei Überschuß von Jod, wenn sehr verdünnt, rein grün.	Tief purpur (etwas amylosehaltig.)	Tief rotpurpur.	Tief rotpurpur.	Tief rotpurpur.	Tief braun.	Tief braun.	Nichts, oder höchstens schwach gelb.
Hierauf Jod-Kalium	Rein blaue Fällung.	Braunviolette Fällung.	Keine Fällung, braune Lösung.	Keine Fällung, braune Lösung.	Rostbraune Fällung.	Keine Fällung, braune Lösung.	Keine Fällung, braune Lösung.	-
Hierauf mit Chlorkalium gesättigt. (Ebenso mit Ausnahme des Glykogens auch mit Schwefelsäure, Salzsäure und anderen Salzen.)	Blaue Fällung.	Blaue Fällung.	Blaue Fällung.	Blauviolette Fällung, meist jedoch erst nach Zusatz von viel Jodjodkaliumlösung oder Jodkrystall.	Blaue Fällung.	Blaue Fällung.	Keine Fällung, erst bei Zusatz von viel Jodjodkaliumlösung braune Fällung.	—

Mit 20% Gerbsäurelösung.	Ausfällung, die sich meist als flüssige Schmiere absetzt.	Ebenso.	Ebenso.	Ebenso.	Keine Fällung.	Keine Fällung.	Ausfällung, die sich rein flockig absetzt.	Keine Ausfällung.
Mit Barytwasser.	Flockige Ausfällung.	Ebenso.	Ebenso.	Ebenso.	Langsame flockige Ausfällung.	Langsame flockige Ausfällung.	Flockige starke Ausfällung.	Keine Ausfällung.
Mit Bleiessig.	Teils Fällung, teils keine, je nach der Darstellung.	Keine Fällung.	Keine Fällung.	Keine Fällung.	Sehr geringe Fällung.	Keine Fällung.	Spur von Fällung.	Keine Fällung
Ausfrieren.	In charakteristischen, sehr fein globulitisch-wabigen Lamellen, Fäden und Körnern.	Ebenso.	Ebenso. Die Produkte erscheinen fast homogen.	Friert nicht aus.	Wie Stärke, doch bestehen die Produkte aus Aggregationen kleiner Sphären.	In Sphären.	Friert nicht aus.	Friert nicht aus.
Mit Alkohol bis zur Trübung versetzt.	Flockige, nicht klebrige Ausscheidung, die sich allmählich vermehrt.	Flockiger nicht klebriger Absatz.	Die Trübung setzt sich in Form zähflüssiger Tröpfchen ab.	Ebenso.	Flockiger, sehr wenig klebriger Absatz.	Flockiger, nicht klebriger Absatz.	Flockiger, nicht klebriger Absatz.	Die Trübung setzt sich in zähflüssigen Tröpfchen ab.

Nachtrag.

C. Nägeli machte (1863, I, p. 163 ff.) einige Angaben über das Verhalten lufttrockener Jodstärke bei höherer Temperatur. Leider fehlt in seinen Mitteilungen Genaueres über die Höhe der angewandten Temperatur und die Dauer der Erhitzung. Es heißt: „In einer höheren Temperatur, wenn man das Präparat (lufttrockene, mit Jod gesättigte Stärkekörner) auf den erwärmten Ofen legt oder vorsichtig über der Spirituslampe erhitzt, verlieren sie (die jodgesättigten Stärkekörner) ihr Jod in kurzer Zeit durch Verdunsten. Vorher wechseln sie die Farbe, sie werden violett, dann rot, dann braunrot und braun, zuletzt orange, braungelb und gelb." Ob sie auch weiß werden, wird nicht gesagt. Bei Wasserzusatz sollen die verfärbten Körner wieder blau werden; mikroskopisch zeigten sie keine Veränderung, besäßen ebenso das frühere Quellungsvermögen und färbten sich mit Jod und Wasser blau. *Nägeli* bemerkt daher (p. 164): „es muß also angenommen werden, daß in ihnen keine chemische oder physikalische Veränderung stattgefunden hat."

Schon 1898 (p. 386) habe auch ich einen Versuch mit bei 40° getrockneter Jod-Arrowrootstärke mitgeteilt, der mit *Nägeli*'s Angaben gar nicht übereinstimmt. Nach 57stündigem Erhitzen bei 100° (nicht über 102°) war die Jodstärke noch schön blauviolett. Sie war nun in kaltem Wasser zum größten Teil löslich und in der Lösung fand sich ein Körper, den ich nach seinen Reaktionen für einen dextrinartigen erklären mußte. Ebensolange erhitzte Arrowrootstärke war in kaltem Wasser schon erheblich löslich und das nicht Gelöste ging beim Kochen ohne Kleisterbildung in Lösung. Die Stärke war also durch die längere Erhitzung erheblich verändert.

Nochmalige Durchsicht der *Nägeli*'schen Angaben bestimmte mich, den Erhitzungsversuch zu wiederholen. Eine kleinere Probe lufttrockener Arrowroot-Jodstärke wurde bei 105° solange erhitzt, bis die Farbe jeden blauen oder violetten Ton verloren hatte und rein braun, etwa kastanienbraun, erschien. Dies erforderte ungefähr 3 Stunden. Eine zweite größere Probe erforderte bis zu der entsprechenden Farbenveränderung längere Zeit, ca. 5 Stunden. Beide Proben erwiesen sich in ihrem sonstigen Verhalten völlig identisch. Bei Zusatz von kaltem Wasser wurden sie nicht blau, sondern lichter braungelb, wobei schon einiges in bräunlichgelbe Lösung ging. Es wurde darauf mit ziemlich viel Wasser ausgekocht, wobei gegen Erwarten ein verhältnismäßig nicht allzu geringer Teil der Körner ungelöst blieb, selbst bei anhaltendem Kochen. Immerhin war das in braungelbe Lösung Gegangene der ansehnlichere Teil. Die nichtgelösten Körner erschienen in dickeren Klumpen noch schön braungelb bis rostbraun; an dem einzelnen Korn war die bräunliche Farbe kaum wahrzunehmen. Ihr Aussehen war ganz das der Säurereste und wie diese färbten sie sich mit einem Jodkrystall oder mit *Meyer*'scher Lösung schön, jedoch nicht sehr intensiv rostbraun. Sie stimmen ferner mit den Resten darin überein, daß sie, wie gesagt, im kochenden Wasser keine Lösungsquellung zeigen. Beim Kochen mit Wasser wird überhaupt nur sehr wenig von ihnen gelöst. Sehr wesentlich unterscheiden sie sich aber von den Säureresten dadurch, daß sie sich weder bei langer Behandlung mit *Meyer*'scher Jodjodkaliumlösung, noch mit Chlorzinkjod oder mit Jod und Schwefelsäure bläuen. In *Meyer*'scher Lösung bleiben sie braun, mit Chlorzinkjod färben sie sich gleichfalls nur intensiver braun, mit Jod und Schwefelsäure gehen sie unter Bräunung allmählich in Lösung.

Die oben erwähnte bräunlich-gelbe Lösung erwies sich zunächst gegen Erwarten ganz frei von Jod. Dies ließ sich schon daraus schließen, daß sie beim Erhitzen keinerlei Abnahme der Farbenintensität zeigte, Amyloselösung nicht bläute, und ebensowenig trockne Arrowrootstärke. Die sonstigen Reaktionen der Lösung sind ganz dieselben wie die des durch Alkohol aus ihr gefällten Körpers und sollen daher weiter unten besprochen werden. Die stark eingeengte Lösung wurde mit viel 96 % Alkohol gefällt, wobei sich (nach starkem Schütteln) sehr reichlicher dextrinartig-klebriger Niederschlag an den Glaswänden absetzte. Derselbe wurde mehrfach mit Alkohol gewaschen und ist getrocknet ein schwach bräunlicher Körper mit folgenden Reaktionen:

1. In kaltem Wasser leicht und vollkommen löslich.

2. Alkohol fällt die Lösung tropfig-zähflüssig wie Dextrin.

3. Die sehr konzentrierte Lösung friert nicht aus.

4. 20% Gerbsäure giebt sehr starken Niederschlag, der sich als Schmiere auf dem Boden absetzt. — Beim Erwärmen schwindet der Niederschlag völlig und kehrt beim Erkalten zurück. Eine größere Portion der Lösung wurde mit Gerbsäure ausgefällt. Der Niederschlag mehrfach mit Alkohol ausgezogen und getrocknet. Der so erhaltene Körper ist nur ganz schwach bräunlich, fast weiß, und zeigt alle Reaktionen der Ausgangssubstanz.

5. Mit Barytwasser anfänglich nur Trübung; in 24 Stunden hat sich reichlicher Niederschlag abgesetzt, der sich beim Erwärmen nicht völlig löst.

6. Mit Bleiessig keine Fällung.

7. Mit Jod zuerst schwach weinrötlich, dann rein braun, jedoch selbst bei viel Jodzusatz nie sehr intensiv.

a) Bei Zusatz von Jodkalium keine Ausfällung.

b) Bei Sättigung mit Chlorkalium oder bei Zusatz von Schwefelsäure keinerlei Ausfällung.

c) Bei Zusatz von 2—3 Volumen *Meyer*'scher Jodjodkaliumlösung und Sättigung mit Chlorkalium selbst nach tagelangem Stehen keine Fällung.

8. Beim Erhitzen mit Natronlauge eine Spur gelb.

9. Mit Kupfersulfat und Natronlauge erhitzt keine Reduktion.

10. Nach Zusatz von 10% Schwefelsäure und 1 Stunde Erhitzen auf dem Wasserbad starke Reduktion mit Kupfersulfat und Natronlauge. Nach 12—24stündigem Behandeln der Lösung mit Speichel bei 40° bis 50° keine Reduktion mit Natronlauge und Kupfersulfat.

11. Prüfung der festen Substanz durch Eindampfen mit Kalilauge, Veraschen, Auflösen, Ansäuern mit Schwefelsäure und etwas Natriumnitrit ergiebt bei Zusatz von Stärkelösung keine Spur von Jod.

Die oben erwähnten, ungelöst gebliebenen Körner, resp. Reste, geben beim Kochen mit Wasser sehr wenig an dieses ab und die Lösung zeigt die charakteristischen Reaktionen des eben beschriebenen Körpers. — Die Körner wurden daher getrocknet, darauf unter Abkühlung in einigen Tropfen 36%iger Salzsäure gelöst, was bei Umrühren sehr rasch geht; darauf mit dem zweifachen Volum Wasser verdünnt, filtriert und das klare Filtrat dann mit viel Alkohol unter heftigem Schütteln gefällt. Der flockige Niederschlag (da sehr viel Alkohol verwendet) abfiltriert und mit Alkohol gut gewaschen, ge-

trocknet und in warmem Wasser gelöst. Die Lösung ist schwach bräunlich-gelb wie die des erst erhaltenen Körpers und zeigt alle Reaktionen desselben. Es geht daraus hervor, daß auch die in kochendem Wasser fast unlöslichen Körner aus einer schwerlöslichen Modifikation desselben Körpers bestehen.

Wie aus den mitgeteilten Reaktionen hervorgeht, gehört der beschriebene Körper in die zweite Gruppe der amyloseartigen Verbindungen, d. h. in die Reihe des Amyloerythrins und des Glykogens; er ist wie diese in keiner blauen Jodverbindung zu erhalten. Mit beiden teilt er die Fällung durch Gerbsäure und Barythydrat, unterscheidet sich jedoch durch seine schwache Braunfärbung durch Jod und die Nichtfällbarkeit der mit viel Jodjodkalium versetzten Lösung durch Sättigen mit Chlorkalium.

Die Reaktionen des Körpers scheinen mir genügend charakteristisch, um ihm einen eigenen Namen zu erteilen, als welchen ich vorschlage Amyloglykon; doch bin ich außer Stande, genügend festzustellen, ob und in welchem Grade der fragliche Körper mit dem, was als Glykogendextrin bezeichnet wurde, verwandt ist. Jedenfalls unterscheidet er sich von diesem durch die Nichtopalescenz der Lösung, wenn auch die übrigen Reaktionen auf nahe Beziehungen hindeuten. Der Körper verdient auch insofern Interesse, als er der erste aus dieser zweiten Gruppe ist, der durch Umwandlung aus Amylose erhalten wurde.

Was nun die oben angeführten *Nägeli*'schen Angaben über das Verhalten der Jodstärke beim Erhitzen betrifft, so finden sie auch in diesen weiteren Versuchen keine Bestätigung. Doch möchte ich seine sehr positiven Angaben nicht bestreiten, da es hierzu systematischerer Prüfung des Gegenstandes bedarf.

Litteratur[1]).

1854. *Béchamp, A.*, Nouvelles études sur l'amidon. Compt. rend. 39, p. 653—656.
1856. *Béchamp, A.*, Mém. s. les produits de la transformation de la fécule et du ligneux s. l'influence des alcalis, du chlorure de zinc et des acides. (Extrait). Compt. rend. T. 42, p. 1210—13. (J. f. prakt. Ch. 69).
1833. *Biot et Persoz*, Mémoire s. les modifications que la fécule et la gomme subissent sous l'influence des acides. Ann. chim. phys. T. 52, p. 72—90. Übers. Ann. Phys. u. Chemie 108, 1834, p. 160.
1872. *Brücke, E.*, Studien über Kohlehydrate und über die Art, wie sie verdaut und aufgesaugt werden. Sitzb. Wiener Akad. 65. III. Abt., p. 126—161.
1870. *Bütschli, O.*, Über das Vorkommen einer dem Amyloid verwandten Substanz in einigen niederen Tieren. Arch. f. Anatomie u. Physiologie, p. 362—365.
1885. *Bütschli, O.*, Bemerkungen über einen dem Glykogen verwandten Körper in den Gregarinen. Zeitschr. f. Biologie p. 603—612.
1893. *Bütschli, O.*, Über den feineren Bau der Stärkekörner. Verh. d. nat. histor.-medizin. Vereins Heidelberg. N. F. Bd. V, p. 89—102.
1894. *Bütschli, O.*, Vorläufiger Bericht über fortgesetzte Untersuchungen an Gerinnungsschäumen, Sphärokrystallen und die Struktur von Cellulose- und Chitinmembranen. Ibid. p. 230—292, 3 Taf.
1896. *Bütschli, O.*, Über die Herstellung künstlicher Stärkekörner oder von Sphärokrystallen der Stärke. Verh. d. nat. med. Ver. Heidelberg. N. F. Bd. 5, p. 457—472.
1899. *Bütschli, O.*, Untersuchungen über Strukturen. Mit Atlas. Leipzig.
1860. *Delffs*, Über das Verhalten der zerriebenen Stärkekörner gegen kaltes Wasser. Ann. d. Physik. u. Chemie, Bd. 185, p. 648—655.
1885. *Dafert, F. W.*, Zur Kenntnis der Stärkearten. Landwirtsch. Jahrb. Bd. 14, p. 837—839.
1886. *Dafert, F. W.*, Beitr. zur Kenntnis der Stärkegruppe. Landwirtsch. Jahrb. Bd. 15. p. 259—276. (S. auch S. B. d. Niederrh. Ges. f. Nat.- und Heilk. 1885. S. v. 7. XII.)
1887. *Dafert, F. W.*, Über Stärkekörner, welche sich mit Jod rot färben. Ber. d. d. bot. Ges. 5, p. 108.
1861. *Flückiger*, Über die Löslichkeit der Stärke. Zeitschr. f. Chemie u. Pharm., VI, p. 104. (Nach Schweiz. Ztschr. f. Pharmacie 1860, V, p. 185.)
1871. *Flückiger*, Über Stärke und Cellulose. Archiv d. Pharmacie Bd. 145.
1834. *Fritzsche, J.*, Über das Amylum. Ann. Phys. u. Chemie Bd. 108, p. 129—160.

[1]) Die mit * bezeichneten Abhandlungen lagen mir nicht im Original vor.

1834. *Guerin-Varry*, Mémoire s. deux produits de la végétation considérée comme des gommes. Ann. chim. pharmacie (2) 56, p. 225—252.

1871. *Griessmayer*, Über das Verhalten von Stärke und Dextrin gegen Jod und Gerbsäure. Ann. Chemie u. Pharm. 160, p. 40.

1829. *Guibourt*, Extrait d'un mémoire sur l'amidon. Ann. chim. et phys. T. 40, p. 183—193.

1840. *Jaquelain*, Mémoire s. la fécule. Annales de chimie et de la physique. T. 73, p. 167.

*1863. *Kabsch, W.*, Über die Löslichkeit des Stärkemehls und sein Verhalten zum polarisierten Licht. Zürich 1863. (Auch Zeitschr. f. analyt. Chemie II, p. 216.)

1845. *Kalinowsky, J. v.*, Über die Einwirkung der konzentrierten Schwefelsäure auf das Stärkemehl. Journ. f. prakt. Chemie 35, p. 193. — Über die Einwirkung des Gerbstoffs auf die Stärke. ibid. p. 201.

1859—1864. *Jessen, C.*, Über die Löslichkeit der Stärke. I—III. Ann. der Physik und Chemie. I. Bd. 182, p. 497—500. II. Bd. 185, p. 361—364. III. Bd. 198, p. 482—486.

1868. *Jessen, C.*, Bestandteile und Zerlegung der Stärkemehlkörner. Journal f. pr. Chemie 105, p. 65—75.

1860. *Knop*, Ref. über *Jessen*. Ganz kurze Notiz, Anm. d. Redakt. Chem. Centralblatt N. F. V., p. 367.

1884. *Kreusler, N.* und *Dafert, F. W.*, Über den sog. Klebreis (Oryza glutinosa Lowaire). Landwirtsch. Jahrbücher Bd. 13, p. 767—771.

1886. *Lintner, C. J.*, Studien über Diastase I. Journ. f. prakt. Chemie 142, p. 378 bis 394.

1852. *Maschke, O.*, Über die Amylosebläschen des Weizenkorns. Journ. f. prakt. Chemie 56, p. 400—410.

1854. *Maschke, O.*, Einige Beobachtungen über lösliches und unlösliches Amylum, über Moosstärke und Leiokom. Journ. f. prakt. Chemie Bd. 61, p. 1—11.

1886. *Maupas, E.*, Sur les granules du cystosome des Grégarines. Compt. rend. Ac. Sc. T. 102, p. 120—123.

1886. *Meyer, Arth.*, Über Stärkekörner, welche sich mit Jod rot färben. Ber. d. d. botan. Ges. Bd. 4, p. 337.

1887. *Meyer, Arth.*, Zu *W. Dafert*'s „Über Stärkekörner, welche sich mit Jod rot färben." Ber. d. d. botan. Ges. Bd. 5, p. 171.

1895. *Meyer, Arth.*, Untersuchungen über die Stärkekörner. Jena (G. Fischer), 9 Tf.

1896. *Meyer, Arth.*, Kritisches Referat über *O. Bütschli* „Über die Herstellung von künstlichen Stärkekörnern od. von Sphärokrystallen der Stärke". Botan. Zeit. 54. Jhrg., p. 328—335.

1899. *Meyer, Arth.*, Referat über *Rodewald* und *Kattein* 1899. Botan. Zeitung Bd. 57, II., p. 372—374.

1859. *Mohl, H. v.*, Über den angeblichen Gehalt der Stärkekörner an Cellulose. Botan. Zeitung, p. 225—229, p. 233—237.

1860. *Mohr*, Ein haltbares Stärkepräparat zu Massanalysen. Ann. d. Chem. und Pharm. 115, p. 211.

1891. *Mörner* u. *Sjösqvist*, Eine Harnstoffbestimmungsmethode. Skandinav. Arch. f. Physiologie Bd. II, p. 438—487.

1870. *Musculus, F.*, Sur la dextrine insoluble dans l'eau. Compt. rend. Paris 70, p. 857—859.
1874. *Musculus, F.*, Sur l'amidon soluble. Bull. soc. chimie T. 22, p. 26—32.
1879. *Musculus, F.*, Über die Modifikationen, welche die Stärke in physikalischer Hinsicht erleidet. Botan. Ztg. Jhrg. 37, p. 345—351.
1877—1878. *Musculus, F.* u. *Gruber, D.*, Ein Beitrag zur Chemie der Stärke. Ztsch. f. physiol. Chemie Bd. II, p. 177—190.
1880. *Musculus*, F. u. *Meyer, A.*, Über Erythrodextrin. Ztsch. f. physiol. Chemie IV, p. 451—454.
1887. *Mylius, F.*, Über die blaue Jodstärke und die blaue Jodcholalsäure. Ztschr. f. physiolog. Chemie Bd. 11, p. 306—347, ferner Ber. d. d. chem. Ges. 20 (1887), p. 688—695.
1856. *Nägeli, C.*, Vorläufiger Bericht über seine Arbeit von 1858. Tageblatt d. 32. Verh. d. Naturf. und Ärzte.
1858. *Nägeli, C.*, Die Stärkekörner. Pflanzenphysiol. Untersuchungen von *Nägeli* u. *Cramer* Hft. 2.
1862—1863. *Nägeli, C.*, Die Reaktion von Jod auf Stärkekörner und Zellmembranen. Sitzb. d. bayer. Ak. München 1862, p. 280—313, 1863, p. 161—199 und 483—546.
1863. *Nägeli, C.*, Über die chemische Verschiedenheit der Stärkekörner. Sitzber. d. k. bayer. Akad. d. W. II, p. 119—147.
1879. *Nägeli, W.*, Zur näheren Kenntnis der Stärkegruppe. In.-Diss. Leipzig. 2 Tf..
1866. *Nasse, O.*, De materiis amylaciis num in sanguine inveniantur disquisitio. Halis.
1833. *Payen et Persoz*, Mém. s. la diastase, les princip. produits de ses réact. et l. applicat. aux arts. industr. Ann. d. ch. et de physique. T. 53, p. 73—92.
1834. *Payen et Persoz*, Mémoire sur l'amidone (subst. intérieur de la fécule) et suite des Recherches s. la Diastase. Ann. chim. phys. 56, p. 337—371.
1836. *Payen*, Nouveaux faits sur l'Amidon. Ann. chim. phys. T. 61, p. 355—374.
1838. *Payen*, Mémoire sur l'amidon. Annales des sciences natur. Botan. (2. s.) 10, p. 5—32, 65—116, 161—227, Pl. 1—6.
1859. *Payen*, Amidon et cellulose, observations s. des analogies remarqu. et des différ. caract. entre ces deux principes imméd. Cp. r. T. 48, p. 67—75.
*1855. *Reinsch*, in Neue Jahrbücher f. Pharmacie. 2. Jahrg. III. Bd., p. 65.
1899. *Rodewald, H.* u. *Kattein, A.*, Über die Herstellung von Stärkelösungen und die Rückbildung von Stärkekörnern aus den Lösungen. Sitzb. d. k. Akad. d. Wiss. Berlin. Bd. 34, p. 628—630.
1900. *Rodewald, H.* u. *Kattein, A.*, Über natürliche und künstliche Stärkekörner. Ztschr. f. physik. Chemie Bd. 33, p. 545—592.
1848. *Schulze, Franz*, Über das Amidulin. Journ. f. prakt. Chemie 44, p. 178.
1886. *Shymoyama*, Beitr. z. Kenntnis des japan. Klebreises, Mozigome. In.-Diss. Straßburg.
1889—1895. *Tollens, B.*, Kurzes Handbuch der Kohlenhydrate. Bd. I., 1889. Bd. II., 1895, Breslau.
1880. *Zulkowsky, K.*, Verhalten der Stärke gegen Glycerin. Ber. d. d. chem. Ges., p. 1385—1398.

(Sonderabzüge, ausgegeben den 2. Juni 1903.)

Notiz über die sogen. Florideenstärke.

Von

O. Bütschli.

In der vorhergehenden Arbeit wurde bemerkt (p. 470), daß die Stärkekörner der Florideen wahrscheinlich nahe Beziehungen zu dem sog. Paraglykogen oder Zooamylum der Sporozoen und vermutlich auch der Klebreisstärke oder dem Amyloerythrin besitzen. Diese Voraussetzungen selbst zu prüfen, wurde mir durch die Freundlichkeit von Fräulein *Dr. Clara Hamburger* ermöglicht, welche die Güte hatte, mir dieses Frühjahr eine größere Menge getrockneter Florideen (Sphaerococcus coronopifolius)[1] aus Villefranche s. m. mitzubringen.

Leider erwies es sich unmöglich, durch weitgehende Zerkleinerung der in Wasser aufgequollenen Algen (dieselben wurden mit dem Wiegmesser sehr fein zerhackt), darauf folgendes Zerreiben mit Wasser in einer Porzellanreibschale und sorgfältiges Abschlämmen eine einigermaßen reine Stärke zu gewinnen. In dem feinen Schlämmmaterial fanden sich zwar die sehr kleinen Stärkekörnchen ziemlich reichlich vor, daneben aber noch eine große Menge Gewebsfetzchen, Verunreinigungen von der Oberfläche der Algen, insbesondere kleine Diatomeen, ferner Plasmafragmente und viele Körnchen, die sich mit Jod rein gelb färbten. Die Stärke bildete also nur einen relativ geringen Anteil des Schlämmmaterials.

Immerhin war dasselbe recht geeignet zur Prüfung der Reaktionen der Stärkekörnchen. Dabei ergab sich folgendes:

1. In Wasser mit einem gewaschenen Jodkrystall aufgestellt, färben sich die Körnchen weinrot bis rotviolett. Da, wo dickere Massen von ihnen zusammenliegen, also z. B. in mit Körnchen dicht gefüllten Zellen, ist die Farbe etwas mehr

[1] Nach gütiger Bestimmung von Prof. E. Askenasy.

bräunlichrot. — Wird das Präparat hierauf auf dem Wasserbad oder der freien Flamme vorsichtig erhitzt, so quellen die Körnchen auf, werden mehr oder weniger unregelmäßig gestaltet und ihre Färbung wird intensiver violett (vinosus Saccardo) bis manchmal auch mehr veilchenblau. Wird das Aufquellen der Körnchen vor der Jodfärbung mit starker Chloralhydratlösung oder schwacher Kalilösung bewirkt, so wird die Jodfarbe mehr blauviolett, etwa zwischen violaceus und lividus (Saccardo). Es ist dies der blaueste Ton, welcher bei der Jodfärbung zu erreichen war, und stimmt im ganzen völlig überein mit dem Ton, welchen *Kolkwitz* (1900, p. 35) unter Anwendung von Chloralhydrat für die Körnchen der Floridee Furcellaria abbildet.

2. Wird zu den in Wasser befindlichen Körnchen etwas *Meyer*'sche Jodjodkaliumlösung gegeben, so färben sie sich mehr braun bis bräunlichrot und intensiver als mit dem Jodkrystall.
3. Werden die auf dem Objektträger aufgetrockneten Körnchen direkt mit konzentrierter *Meyer*'scher Jodlösung behandelt, so geht die anfänglich mehr braunviolette Farbe sehr bald in intensives atropurpureus (Saccardo) über, wobei viele Körnchen aufquellen. Die Farbe ist ganz ähnlich der mit Jod und Schwefelsäure erzielten.
4. Werden die mit Jodkrystall oder *Meyer*'scher Lösung gefärbten Körnchen vorsichtig mit 50% Schwefelsäure behandelt, so wird die Farbe, unter mehr oder minder starkem Aufquellen der Körnchen, viel intensiver und geht in braunblauviolett (atropurpureus Saccardo) über. Einzelne der aufgequollenen Körnchen erscheinen auch mehr veilchenblau (violaceus) und in dickeren Massen tritt der blaue Ton gleichfalls stärker hervor. In einem Präparat, das mehrere Tage mit der Schwefelsäure gestanden hatte, war die Farbe der Körnchen entschieden blauer, mehr veilchenblau, namentlich auch in dickeren Massen. Doch ist die Farbe niemals rein blau, wie sich namentlich sehr deutlich aus dem Vergleich mit der Cellulose der Zellwände ergiebt, die sich unter den angegebenen Bedingungen ganz rein blau (cyaneus) färbt, mit Ausnahme der Mittellamelle, die deutlich gelbbraune Farbe annimmt.
5. Werden die Körnchen in konzentrierter Chlorkaliumlösung mit einem Jodkrystall aufgestellt, so färben sie sich tief vinosus

bis atropurpurens. In 24 Stunden ist die Farbe so intensiv, daß die Körnchen vielfach ganz undurchsichtig sind.

6. Die zuvor mit sehr schwacher Kalilauge behandelten, jedoch nicht aufgequollenen Körnchen färbten sich mit einem Jodkrystall sehr schön und intensiv rotviolett, entschieden viel röter als die gewöhnlichen Körner.
7. Mit Chlorzinkjod behandelt, werden die Körnchen unter Aufquellen tief braunviolett (etwa auch atropurpureus), jedoch mehr braun wie violett. Zusatz von 50% Schwefelsäure bewirkt keine Bläuung.

Da also auf dem angegebenen Wege reines Stärkematerial aus den Florideen nicht zu gewinnen war und auch die Auskochung des Schlämmmaterials mit Wasser nur eine äußerst verdünnte Lösung ergab, so wurde die Hauptmenge der fein zerhackten Florideen mit einer mäßigen Menge Wasser im Kolben 3—4 Stunden gekocht. Das Filtrat war gelbbräunlich und dickschleimig; dennoch ging das Filtrieren ganz gut. Die Lösung enthielt also einen Pflanzenschleim, womit auch übereinstimmte, daß Bleiessig in ihr einen sehr reichlichen fädigen Niederschlag hervorrief. Von Alkohol wurde sie gleichfalls stark gefällt; von 20% Gerbsäure dagegen nicht. Mit Barytwasser starke Fällung. Mit Jod färbte sie sich mäßig blauviolett. Bei Zusatz von 2 Vol. *Meyer*'scher Lösung und darauffolgender Sättigung mit Chlorkalium sofort mäßige blauviolette Ausfällung; ebenso auf Zusatz von 1/4 Vol. 37% Salzsäure, dagegen nicht nach Zusatz von 1/4 Vol. 50% Schwefelsäure.

Zur Abscheidung des stärkeartigen Körpers wurde daher die größere Menge der schleimigen Lösung mit 2 Vol. *Meyer*'scher Lösung und 1/4 des Gesamtvolumens 37% Salzsäure versetzt und 24 Stunden stehen gelassen. Auf dem Boden hatte sich tiefblauvioletter Niederschlag in mäßiger Menge gesammelt. Derselbe ließ sich leicht abfiltrieren und wurde auf dem Filter erst mit salzsäurehaltiger *Meyer*scher Lösung gewaschen, darauf mit 95% Alkohol, dem schließlich eine Spur Ammoniak zugesetzt war. Der Niederschlag wurde dann in wenig Wasser gelöst; die Lösung, welche eine Spur sauer war, mit etwas Ammoniak neutralisiert, hierauf gekocht, bis das Jod ganz entfernt war, und mit viel Alkohol gefällt; schön weiße flockige Fällung. Leider war die erhaltene Menge des Körpers recht wenig, so daß seine weitere Prüfung sich auf die Hauptreaktionen beschränken mußte.

Der Niederschlag wurde in kaltem Wasser gelöst, die klare Lösung auf ein geringes Volum eingeengt und dann zunächst

1. gefroren. Es friert nichts aus. Obgleich die Lösung, wie gesagt, stark eingeengt war, war sie jedenfalls doch nur mäßig konzentriert, weshalb ich aus diesem Ergebnis nicht mit voller Sicherheit schließen möchte, daß der fragliche Körper nicht ausfrierbar ist.
2. Mit Jod zuerst weinrot, dann blauviolett und zwar recht intensiv, darauf schließlich tief purpur.
   a) Wird zu der so gefärbten Lösung etwas Jodkalium gegeben, so wird sie rein braun und auch bei langem Stehen tritt keine Spur von Fällung auf.
   b) Wird die jodierte Lösung mit Chlorkalium gesättigt, so wird sie rasch tief blau, jedoch in 24 Stunden keine Fällung. Wird jetzt ganz wenig *Meyer*'sche Lösung zugegeben, so tritt sofort reichliche rein blaue (berlinerblaue) Fällung auf, die bei Zusatz von mehr *Meyer*'scher Lösung auf dem Objektträger atropurpureusfarbig wird.
   c) Wird die Lösung mit 1 Vol. *Meyer*'scher Jodlösung versetzt und dann mit Chlorkalium gesättigt, so erfolgt sofort reichliche atropurpureusfarbige Fällung. Aus dem Versuch 2b ergiebt sich, daß die blauviolette Farbe jedenfalls von dem Jodkaliumgehalt der *Meyer*'schen Lösung herrührt, indem Jodkalium schon in mäßiger Konzentration die Änderung der blauen Farbe in atropurpureus hervorruft.
3. Mit 20% Gerbsäure giebt die Lösung sehr starke Fällung, die beim Erwärmen schwindet und beim Erkalten wiederkehrt. Der Niederschlag setzt sich als wenig schmieriger Bodensatz ab.
4. Mit Barytwasser starke flockige Fällung, die bei Erwärmen nicht völlig schwindet.
5. Mit Bleiessig keine Fällung.
6. Mit Natronlauge erwärmt mäßig gelb.
7. Mit Natronlauge und Kupfersulfat keine Reduktion.

Der Rest der Lösung wurde in einem Uhrglas bei 54° eingetrocknet und darauf über Wasser gestellt. Nach wenigen Stunden erwies sich der ursprünglich glasige Rückstand schmierig. Wurde nun etwas kaltes Wasser zugegeben, so blieb der größte Teil als scholliges Material, ähnlich Stärkelamellen, ungelöst zurück. Es ist daher möglich, daß die Zerfließlichkeit nur auf der Beimischung von

einem mehr dextrinartigen Körper beruht. Diese festen Schollen wurden nochmals mit Wasser ausgewaschen und darauf geprüft.

1. Mit gewaschenem Jodkrystall zuerst schön weinrot, dann purpurfarbig und da, wo die Jodwirkung am stärksten, braun.
   a) Hierauf vorsichtig 50% Schwefelsäure zugesetzt, allmählich Verfärbung in blauviolett und schließlich tief berlinerblau. Dabei scheidet sich blaues Gerinnsel aus. Wo die Schwefelsäure stärker wirkt, wird die stärkeartige Substanz gelöst. Dabei ergiebt sich, daß ihr noch eine gewisse Menge eines Körpers beigemischt ist, der sich unter diesen Bedingungen nicht löst und sich mit Jod oder Jod und Schwefelsäure gelbbräunlich färbt. Es ist dies aller Wahrscheinlichkeit nach etwas Eiweiß, wie sich aus weiter unten Mitzuteilendem ergiebt.
2. Werden die Lamellen trocken oder feucht mit *Meyer*'scher Jodlösung behandelt, so färben sie sich braunrot; dabei geht jedoch die stärkeartige Substanz rasch in braunrote Lösung, während die eiweißartige Beimischung ungelöst zurückbleibt. Dieselbe Auflösung der stärkeartigen Substanz tritt jedoch auch bei längerem Stehen mit dem Jodkrystall auf und beruht wohl auf allmählicher Bildung von Jodwasserstoff.
3. Werden die Lamellen auf dem Objektträger aufgetrocknet und läßt man dann etwas *Meyer*'sche Lösung langsam zwischen ihnen vorkriechen, so färben sie sich rein und tiefblau; doch ist die Anfangsfarbe auch in diesem Falle weinrötlich.
4. Die aufgetrockneten Lamellen werden bei Zusatz von Chlorzinkjod braunrot unter roter Auflösung.
5. Auf dem Deckglas aufgetrocknet und darauf über einem Jodkrystall aufgestellt, färben sich die Lamellen nur schwach gelb. Wird hierauf am Rande Wasser zugegeben, so daß Wasserdämpfe einwirken, so tritt bald schön weinrote, rotviolette und schließlich tief purpurartige Färbung auf, jedoch nichts Blaues.
6. Werden die Lamellen in konzentrierter Chlorkaliumlösung mit einem Jodkrystall aufgestellt, so färben sie sich zuerst weinrot, dann blauviolett und schließlich tief berlinerblau.

Das Filtrat von der Fällung mit *Meyer*'scher Lösung und Salzsäure ergab bei Zusatz von weiterer *Meyer*'scher Lösung und Salzsäure bei längerem Stehen noch etwas Fällung. Die ganze Menge des Fil-

trats wurde daher in dieser Weise behandelt und drei Tage stehen gelassen. Der mehr braune Niederschlag wurde darauf abfiltriert und wie oben angegeben weiter behandelt, in wenig Wasser gelöst und das Jod durch Kochen vertrieben. Die Lösung war bräunlich. Diese stark eingeengte Lösung ergab bei Zusatz von viel Alkohol gegen Erwarten keine Fällung, sondern nur schwache Trübung. Sie wurde auf dem Wasserbad zur Trockne gebracht und der Rückstand mit wenig Wasser unter gelindem Erwärmen ausgezogen (Lösung a), hierbei blieb das Meiste als bräunliche Masse ungelöst. Dieser Rückstand erwies sich auch beim Kochen mit Wasser anscheinend ganz unlöslich. Er gab die Xanthoprotein und die Millonreaktion und dürfte daher in der Hauptsache ein eiweißartiger Körper sein. Es wird also durch *Meyer*'sche Jodlösung und Salzsäure auch etwas Eiweiß gefällt, weshalb die Wahrscheinlichkeit sehr groß ist, daß die oben p. 523 erwähnte Verunreinigung der abgeschiedenen Florideenstärke Eiweiß ist. — Die Lösung (a) wurde nochmals zur Trockne gebracht und hinterließ glasigen zersprungenen Rückstand (b), dem noch etwas Eiweiß beigemischt war, wie die Behandlung mit kaltem Wasser ergab, wobei wieder etwas Rückstand in Form von globulitischen Gebilden verblieb, die sich mit Jod rein gelb färbten. — Wurde etwas von dem Rückstand (b) über Wasser gestellt, so war es in wenigen Stunden zu klarer Flüssigkeit zerflossen, in der die Eiweißkügelchen suspendiert waren. Bei Zusatz von Wasser löste sich alles bis auf diese Kügelchen auf.

Der Rückstand (b) wurde daher mit etwas kaltem Wasser behandelt, filtriert und die Lösung sehr stark eingeengt. Diese Lösung (c) zeigte folgende Reaktionen:

1. Gefroren. Es friert nichts aus.
2. Mit Jod oder Jod und Chlorkalium erhält sie sich genau wie die oben p. 522 beschriebene Lösung der Florideenstärke.
3. Mit Gerbsäure und Barytwasser zeigt sie ebenfalls dieselben Reaktionen wie die erste Lösung.
4. Mit dem gleichen Volum absoluten Alkohols versetzt reichliche weiße flockige Fällung. Wird dagegen die Lösung mit dem doppelten Volum Wasser verdünnt und diese verdünnte Lösung darauf mit dem dreifachen Volum absoluten Alkohols versetzt, so tritt nur schwache Trübung auf, aber keine Fällung, auch bei längerem Stehen. Dies erklärt, weshalb die Lösung (a) durch Alkohol nicht gefällt wurde. Wird die mit Alkohol versetzte Lösung nun aber mit Essigsäure ganz

schwach angesäuert, so erfolgt sehr rasch schöner flockiger Niederschlag.

Der Rest der Lösung (c) wurde in dem Uhrglas eingetrocknet und darauf der glasige Rückstand mit etwas 75% Alkohol behandelt, wobei er weiß wurde, sich jedoch nicht löste. In kaltem Wasser löste er sich dagegen leicht, unter Zurücklassen einer Spur von Ungelöstem als schwache Trübung.

Aus dem Vorstehenden folgt, daß dieser, bei der zweiten Fällung erhaltene Körper in seinen Reaktionen sich wesentlich ebenso verhält wie der erste, sich jedoch durch leichtere Löslichkeit in Wasser, größere Zerfließlichkeit und das eigentümliche Verhalten gegen Alkohol in verdünnter Lösung auszeichnet. Daß diese Verschiedenheit nur Folge einer Beimischung sein könne, halte ich für wenig wahrscheinlich.

Wenn wir zur Beurteilung der vorstehend mitgeteilten Ergebnisse schreiten, so wäre zunächst hervorzuheben, daß die beschriebenen Reaktionen der Florideenstärkekörnchen im allgemeinen denen der Klebreisstärkekörner sehr ähnlich sind, indem vor allem ihre Unfähigkeit, sich mit einem der bekannten Mittel zu bläuen, eine wichtige Übereinstimmung darbietet, abgesehen von der sonstigen Ähnlichkeit der Jodfärbung. Wie hervorgehoben, bläuen sie sich weder mit Jod und Schwefelsäure, noch Jod und Chlorkalium, noch Chlorzinkjod, sondern nehmen damit eine braunviolette (atropurpureus) Farbe an. Immerhin ist nicht zu verkennen, daß die Jodreaktionen der Florideenstärkekörnchen etwas mehr zu blauen Tönen hinneigen als die der Klebreiskörner. — Im Gegensatz dazu ergab sich nun aber, daß der in der geschilderten Weise aus den Florideen gewonnene lösliche Stärkekörper sich in dieser Hinsicht ganz anders verhält wie die ursprünglichen Körnchen, daß er nämlich mit Jod und Schwefelsäure oder Jod und Chlorkalium sich tief und rein bläut. Er verhält sich also in diesem Punkte ganz wie das Amyloporphyrin, dem er ja auch in der Fällbarkeit durch Gerbsäure und der Jodfarbe sehr ähnlich ist. Dagegen unterscheidet er sich von dem Amyloporphyrin durch die, wenigstens sehr wahrscheinliche Nichtausfrierbarkeit der Lösung, worin er dagegen wieder mit der Klebreisstärke übereinstimmt. Von dem Amyloporphyrin unterscheidet er sich ferner durch die Nichtbläuung in feuchten Joddämpfen.

Um vollkommen sicher zu sein, daß die Klebreisstärke nicht doch einige der angeführten Jodreaktionen im trockenen Zustand zeige, habe ich letztere neuerdings nochmals mit dem Präparat I

(s. oben p. 456) geprüft, um so mehr, als dies früher nicht ausreichend geschehen war. Dies trockene Amyloerythrin zeigte folgende Reaktionen:

1. In Wasser mit Jodkrystall und Wasser weinrot bis purpurfarbig.
2. Trocken mit konzentrierter *Meyer*'scher Lösung: sofort tief purpureus mit Stich ins Braune, gegen latericius oder badius (Saccardo).
3. Trocken in konzentrierter Chlorkaliumlösung mit Jodkrystall aufgestellt, schön und intensiv purpureus bis vinosus; nach längerer Einwirkung tief atropurpureus.
4. In Wasser mit etwas *Meyer*'scher Lösung schön vinosus. Hierauf Zusatz von etwa 50% Schwefelsäure. Bei richtiger Einwirkung wird die Farbe tief atropurpureus unter Bildung von ebenso gefärbtem Gerinnsel in der Flüssigkeit. Wo die Schwefelsäure zu stark wirkt, tritt braune Farbe auf unter allmählicher Lösung.[1])
5. Auf Deckglas aufgetrocknet und über Jodkrystall aufgestellt. In ca. $^1/_4$—$^1/_2$ Stunde keine sichtbare Färbung. Darauf am Rande Wasser zugegeben, jetzt in kurzer Zeit zuerst gelbbräunliche, dann weinrote bis schließlich tief atropurpureusartige Färbung.
6. Auf Objektträger aufgetrocknet und darauf *Meyer*'sche Jodlösung vorkriechen lassen, keinerlei Bläuung sondern purpurartige Färbung.

Aus vorstehendem ergiebt sich, daß auch an dieser, durch Lösung gewonnenen Klebreisstärke in keiner Weise Blaufärbung zu erzielen ist, daß sie sich demnach hierin von der durch Lösung gewonnenen Florideenstärke recht wesentlich unterscheidet.

[1]) Bei dieser Gelegenheit ergab sich auch, was ich früher übersehen, daß bei vorsichtiger Jodfärbung dieser Klebreisstärkepartikel sich zuerst sehr feine, in denselben eingeschlossene Flitterchen rein blau färben. Dies ist nur dann zu beobachten, wenn z. B. an größeren Partikeln die purpurne Farbe des Amyloerythrins das Innere noch nicht ergriffen hat, oder wenn die weinrote Farbe erst ganz schwach hervorgetreten ist. Demnach ist also diesem Amyloerythrin eine sehr geringe Menge äußerst fein verteilter Amylose beigemischt, welche bei vorsichtiger Jodfärbung zuerst das Jod aufnimmt und sich bläut. Wie ich schon früher betonte, war dies ja zu erwarten, da den Klebreiskörnern stets eine geringe Menge gewöhnlicher Reisstärke beigemischt ist. Ich war früher eigentlich erstaunt, daß sich der Nachweis dieser Beimischung nicht führen ließ. Die Menge dieser beigemischten Amylose ist jedoch so gering, daß sie sich in der Lösung mit Jod nicht nachweisen läßt.

Soweit sich also auf Grund dieser noch unzureichenden Versuche urteilen läßt, würde sich ergeben, daß die Florideenstärke eine Art Mittelstufe zwischen dem Amyloerythrin und dem Amyloporphyrin einnimmt.

C. Nägeli ließ es 1858 (p. 533) noch unentschieden, ob in den Florideen Stärkekörnchen vorkommen, jedenfalls seien keine vorhanden, die sich mit Jod entschieden bläuten. Dagegen beobachtete er bei verschiedenen Formen, daß sich der Zellinhalt mit Jod zuerst weinrot, dann braungelb bis braun färbte. Bei Cystoclonium purpurascens färbten sich die vegetativen Zellen ähnlich, die Sporen und Brutzellen zuerst weinrot, dann violett, endlich schwarzviolett. Auch waren aus diesen Körnchen zu isolieren, die sich „schönviolett oder schmutzigviolett" färbten.

Im allgemeinen stimmen diese Angaben *Nägeli*'s über die Jodreaktion des Zellinhalts mit meinen Erfahrungen gut überein.

Ein näheres Eingehen auf die weitere Entwickelung der Forschungen über die sog. Florideenstärke kann hier wohl unterbleiben, um so mehr, als *B. Kolkwitz* (1900) hierüber genauer berichtete. Ich entnehme seiner Darstellung nur, daß erst *van Tieghem* (1865) bei zahlreichen Florideen die Körnchen nachwies und daß die Ansichten über die nähere oder entferntere Verwandtschaft dieses Körpers mit der gewöhnlichen Stärke ziemlich auseinander gingen. So äußerte *van Tieghem* die Meinung, daß die Florideenstärke ein Gemisch von Amylum und Cellulose sei, wohl im Anschluß an *Nägeli*'s Auffassung der sich rot oder braun färbenden Körner von Chelidonium (Samenmantel) etc., nach welcher deren abweichende Farbe von einem starken Gehalt an sog. Stärkecellulose herrühre. *Rosanoff* (1868) scheint in der abweichenden Jodfarbe kein wesentliches Argument gegen die Amylosenatur der Florideenstärke erblickt zu haben, wogegen *Schimper* (1887) sie als vielleicht ebenso verschieden von der Amylose erachtete „als Zucker und Inulin". — Die naheliegende Vermutung, daß es sich um denselben Körper handle, der die mit Jod sich bräunenden Körnchen gewisser Phanerogamen bilde, wurde schon 1887 von *Belzung* ausgesprochen, der, wohl im Anschluß an *A. Meyer*'s Arbeit von 1886, die Florideenstärke für Amylodextrin erklärte. *Bruns* (1894) hielt sie für identisch mit der Klebreisstärke.

Kolkwitz (1900) kann sich auf Grund genauer Vergleichung der Jodreaktion der sich mit Jod bräunenden Körnchen der Muskatnuß und der Florideenkörnchen mit dieser Zusammenstellung beider nicht

befreunden: er erachtet diese Ansicht „für unhaltbar". Immerhin ist er der Meinung (p. 35), „daß es am besten ist, die Stärke der Florideen, die doch offenbar eine Hexoseverbindung ist, nicht als etwas wesentlich Abweichendes zu betrachten, vom physiologischen Standpunkt schon ganz und gar nicht".

Was *Kolkwitz* über die Jodreaktion der von ihm untersuchten Stärke verschiedener Florideen berichtet, stimmt mit meinen Erfahrungen sehr gut überein. Er untersuchte immer unter Zusatz von starker Chloralhydratlösung und Jodjodkaliumbeigabe, beobachtete also stets die Jodfarbe der aufgequollenen Körnchen, welche ja etwas mehr gegen blau neigt. Er findet die Farbe, die er abbildet, bei dem einen Typus der Körnchen mehr weinrot (am ähnlichsten etwa incarnatus Saccardo); bei dem anderen Typus dagegen blauviolett (etwa lividus bis vinosus bei Saccardo). Die von mir untersuchte Florideenstärke gehörte diesem zweiten Typus an. Auch ich habe ja die Unterschiede in der Jodreaktion von dem Amyloerythrin (Klebreisstärke) hervorgehoben, die, wie angegeben, an der durch Lösung gewonnenen Florideenstärke noch viel mehr hervortreten, als an den Körnern. Dagegen dürften meine Beobachtungen einmal sicher erweisen, daß die sog. Florideenstärke zweifellos ein zu der Stärkegruppe gehörender Körper ist und daß sie sich ferner in gewissen Einzelheiten ihres Verhaltens an das Amyloerythrin anschließt, in anderen aber mehr an das Amyloporphyrin.

Heidelberg, den 22. Mai 1903.

Litteratur.

(Großenteils nach *B. Kolkwitz* 1900.)

1858. *Nägeli, C.*, siehe das Verzeichnis voriger Arbeit.
1865. *van Tieghem*, Notes s. les globules amylacés des Floridées. Ann. sc. nat. Botan. (5). T. 4. p. 315.
1868. *Rosanoff*, Observations s. les fonctions et les proprietés des pigments de divers algues. Extr. des Mém. d. l. Soc. imp. des sc. nat. de Cherbourg T. 13.
1882. *Schmitz, Fr.*, Die Chromatophoren der Algen. Bonn. p. 151.
1887. *Belzung, E.*, Recherches morpholog. et physiol. s. l'amidon et les grains de chlorophylle. Ann. sc. nat. Bot. (75). T. V. p. 223–28.
1887. *Schimper*, Sur l'amidon et les leucites. Ann. sc. nat. Bot. (75). T. 6. p. 88.
1892. *Hansen*, Über die Stoffbildung bei Meeresalgen. Mitteil. d. Zool. Station Neapel. Bd. 11.
1894. *Bruns, E.*, Über die Inhaltskörper der Meeresalgen. Flora. Ergänzungsband.
1900. *Kolkwitz, B.*, Beiträge zur Biologie der Florideen. Wissensch. Meeresuntersuch. herausgeg. v. d. Komm. z. wissensch. Unters. d. deutsch. Meere. Bd. 4. Hft. 1. p. 31–62.

(Sonderabzüge, ausgegeben den 5. August 1903.)

II. Teil.

Die cyklische oder temporale Variation von Anuraea cochlearis.

Von

R. Lauterborn.

Nachdem ich in der ersten Hälfte dieser Arbeit[1]) den Versuch gemacht habe, den Formenkreis von Anuraea cochlearis morphologisch zu gliedern, wobei ich mich so gut wie ausschließlich auf meine eigenen Beobachtungen angewiesen sah, erwächst mir nunmehr die Aufgabe, darzulegen, in welcher Weise äußere Bedingungen, wie solche vor allem in der Verschiedenheit der Gewässer und im Wechsel der Jahreszeiten gegeben sind, einen Einfluß auf die Ausprägung bestimmter Formen erkennen lassen.

Die Durchführung dieses Unternehmens erforderte gerade nach der letzten Richtung hin einige Zeit. Dadurch, daß ich mich bemühte, aus allen kontrollierten Gewässern Material aus allen Monaten des Jahres zu erlangen, wurde der Abschluß der vorliegenden Arbeit länger hinausgeschoben, als ich früher annehmen zu dürfen glaubte[2]). Indessen bereue ich diese Verzögerung nicht. Denn sie setzt mich in Stand, nach lückenlosen kontinuierlichen Beobachtungen über den jährlichen Variationsgang eines überaus plastischen Planktonorganismus zu berichten, also über einen Gegenstand, über welchen in diesem Umfang meines Wissens überhaupt noch keine Angaben vorlagen. Meine Beobachtungen sind für sieben verschiedenartige Wasserbecken vollständig und umfassen (mit Ausnahme eines Monats in einem Gewässer) sämtliche Monate des Jahres. Soweit es irgend möglich

[1]) *R. Lauterborn*: Der Formenkreis von Anuraea cochlearis. In: Verhandl. Naturhist.-Med. Vereins Heidelberg. N. F. Bd. VI (1900), pag. 412—448.

[2]) Einige der wichtigsten Resultate habe ich bereits 1898 vorläufig bekannt gemacht.

war, habe ich die Beobachtungen der einzelnen aufeinander folgenden Monate verschiedenen Jahrgängen entnommen, da mir dadurch die Gewähr für ein gesetzmäßiges Verhalten der nachgewiesenen Variationserscheinungen erhöht zu werden schien.

Naturgemäß beginne ich die Schilderung meiner Beobachtungen mit dem am längsten und intensivsten durchforschten Gewässer meines speziellen Arbeitsgebietes, mit dem Altrhein bei Neuhofen.

I. Der jährliche Variationsgang von Anuraea cochlearis im Altrhein bei Neuhofen.

a) Physische und biologische Charakteristik des Gewässers.

Der Altrhein bei Neuhofen liegt zwischen Ludwigshafen und Speyer und ist der Überrest einer gewaltigen Serpentine des Rheins, die aber schon vor langer Zeit durch eine natürliche, nach Osten gerichtete Verlagerung des Stromlaufes aus dem Bereich des fliessenden Wassers ausgeschaltet wurde. Gegenwärtig vermittelt nur ein schmaler ca. 1,5 km langer seichter Graben die Verbindung mit dem strömenden Rhein, die überdies noch durch Schleusen sistiert werden kann. Von halbmondförmiger Gestalt, einer Länge von ca. 3 km und einer zwischen 200—300 m schwankenden Breite bietet der Altrhein mit seiner blinkenden Wasserfläche völlig das Bild eines kleinen Sees dar. Die grösste Tiefe beträgt bis zu 5 m und zieht sich rinnenförmig längs der konvexen Seite der Krümmung hin, da wo das ehemalige kiesige „Hochgestade" des Rheins steil abfällt; das konkave Ufer und ebenso die weitaus grösste sonstige Fläche des Altrheins ist indessen viel seichter und hat feinschlammigen Grund. Die Vegetation ist reich entwickelt. Ein dichter Rohrwald (Phragmites communis), stellenweise geschmückt mit den zierlichen Pflänzchen der Salvinia natans, erfüllt die versumpften Enden und begleitet das konkave Ufer, überall untermischt mit Beständen von Scirpus lacustris, Typha, Sparaganium. An ihn schliesst sich nach der Wasserseite hin ein Gürtel von Nymphaea alba, Nuphar luteum, Limnanthemum nymphaeoides: Batrachium bildet an seichten Stellen förmliche schwimmende Wiesen. Am schlammigen Boden dehnen sich weithin die Rasen von Chara ceratophylla, da und dort untermischt mit dem seltenen Lychnothamnus stelliger, dann Elodea canadensis, über die flutende Büsche von Myriophyllum, Ceratophyllum sowie verschiedene Potamogeton-Arten zur Oberfläche emporstreben.

Die freien Wasserflächen sind daneben noch sehr bedeutend und von einem überaus art- und individuenreichen Plankton belebt. Besonders charakteristisch ist während der wärmeren Jahreszeit das geradezu massenhafte Auftreten von Ceratium hirundinella, neben welchem sonst noch Dinobryon sowie Asterionella zu gewissen Zeiten tonangebend sind. Eine „Wasserblüte" bildende Cyanophyceen (wie z. B. Clathrocystis, Anabaena etc.) sind im Sommer recht häufig, erlangen aber niemals ein solches Übergewicht über die anderen Planktonorganismen wie in dem später zu schildernden Altrhein bei Roxheim.

b) Jährlicher Variationsgang von Anuraea cochlearis.

Unter einer stattlichen Zahl pelagischer Rotatorien ist auch Anuraea cochlearis das ganze Jahr hindurch in reicher Individuenmenge vertreten, zeigt aber in den verschiedenen Jahreszeiten eine sehr verschiedene Ausprägung der gerade vorherrschenden Formen.

Mit anderen Worten: Anuraea cochlearis unterliegt im Kreislauf des Jahres einem ganz gesetzmäßigen Variationsgang, der sich im Laufe einer nunmehr 12jährigen Beobachtungsdauer im wesentlichen als konstant erwiesen hat.

1. Cyklische Variation der einzelnen Formen.

Zur Zeit, wo die Temperatur des Wassers den niedersten Stand erreicht (Dezember, Januar, Februar), ist der Formenkreis von Anuraea cochlearis im Altrhein bei Neuhofen so gut wie ausschließlich durch die typische Form sowie die var. macracantha vertreten. Nur mit Mühe gelingt es unter der stets großen Zahl langdorniger Formen einzelne Exemplare zu finden, welche durch eine zerstreute Punktierung ihres dorsalen Panzers Beziehungen zu den Anfangsgliedern der irregularis-Reihe (Fig. 15 der Tafel) verraten. Dieses Verhältnis bleibt bis gegen den April hin bestehen. Mit Beginn des Frühlings stellten sich Individuen ein, deren dichtere Punktierung und beginnende Plattenverschiebung sie zweifellos als Angehörigen der Irregularis-Reihe qualifiziert; neben ihnen finden sich andere, die schon deutliche Charaktere der hispida-Reihe tragen. Anfangs nur spärlich auftretend, nehmen sie umsomehr an relativer Häufigkeit zu, als die langdornigen Formen, var. macracantha und typ., zurücktreten, und immer kurzdornigeren Platz machen. Die Sommermonate (Juni—September incl.) zeigen als Resultat dieser Ver-

schiebungen ein von den Wintermonaten völlig abweichendes Bild: langdornige Formen fehlen völlig; ihre Stelle nehmen die ganz kurzdornigen sowie die var. tecta ein; neben ihnen zahlreich die ausgebildeten Varietäten hispida und irregularis mit den Übergangsformen ihrer entsprechenden Reihen. Spezielle Untersuchungen ergaben, daß macracantha mit dem Mai verschwindet und erst im Oktober wieder auftritt.

Von Juni ab dominieren die kurzdornigen Formen (f. macracantha) und die ersten tecta-Individuen beginnen zu erscheinen, ebenso die ersten ausgebildeten Individuen von hispida und irregularis. Der relative Anteil der letztgenannten Varietäten am monatlichen Gesamtvorkommen der Art steigert sich im Juli und August in dem Maße, als die entsprechenden Übergangsformen verschwinden. Erst im September treten letztere wieder auf und nehmen im Oktober zu. Die Abkühlung des Wassers, welche sich in diesem Monat geltend macht, kommt in dem Wiederauftreten der var. macracantha zum Ausdruck, die von nun ab immer mehr dominiert, während tecta und die kurzdornigen Formen immer mehr verschwinden. Auch im Bestand von hispida und irregularis macht sich eine gewaltige Reduktion geltend: zuerst werden die ausgeprägten Endglieder der Reihen verdrängt, dann die ihnen am nächsten stehenden Zwischenformen und im Dezember ist nichts von ihnen übrig geblieben als einige wenige langdornige Anfangsglieder der irregularis-Reihe. Damit sind wir wieder auf dem Punkte angelangt, von dem wir bei der Schilderung des jährlichen Variationsganges von Anuraea cochlearis im Altrhein bei Neuhofen ausgingen.

Das hier in großen Zügen geschilderte cyklische Auftreten und Verschwinden, dieses gegenseitige Sich-Ablösen der einzelnen Varietäten des Formenkreises von Anuraea cochlearis habe ich mit nur unbedeutenden Schwankungen seit nunmehr 12 Jahren immer in derselben Reihenfolge beobachtet und ich stehe darum nicht an, dasselbe — vorerst für den Altrhein bei Neuhofen — als den Ausdruck eines gesetzmäßigen Verhaltens anzusprechen.

Viel übersichtlicher und viel detaillierter als diese Worte bringt den jährlichen Variationsgang von Anuraea cochlearis im Altrhein bei Neuhofen Tabelle II (p. 534) zum Ausdruck. Dieselbe soll in erster Linie den prozentualen Anteil der einzelnen Formen von Anuraea cochlearis am Gesamtvorkommen der Art zur Anschauung bringen und zwar für jede Monatshälfte des Jahres. Zu diesem Zwecke wurden 1200 Individuen von Anuraea cochlearis (50 pro

Monatshälfte) auf ihre Zugehörigkeit zu einer der auf meiner Tafel Fig. 1—20 dargestellten Formen der tecta-, hispida- und irregularis-Reihe untersucht und ihre Beteiligung am Gesamtvorkommen in % ausgedrückt. Die gewählte Art der Darstellung scheint mir nach mehr als einer Richtung hin interessant zu sein. Sie giebt in den horizontalen Reihen einen raschen Überblick über die in einem bestimmten Monat jeweilig nebeneinander vorkommenden Formen sowie deren relatives Stärkeverhältnis. Die zwanzig vertikalen Reihen dagegen geben für jede von mir unterschiedene und abgebildete Form der tecta-, hispida- und irregularis-Reihe deren Abhängigkeit von bestimmten Monaten des Jahres, kurz ihren jährlichen Entwickelungsgang.

Aus dieser Tabelle geht zunächst einmal hervor, daß im Altrhein Neuhofen Anuraea cochlearis macracantha eine ausgesprochene „Winterform" ist, hispida, irregularis und tecta dagegen ebenso ausgesprochene „Sommerformen". Am strengsten an die wärmere Jahreszeit gebunden ist die hispida-Reihe, die ihren ganzen früher geschilderten Entwickelungscyklus in den Monaten April bis Anfang November durchläuft und die ausgeprägten hispida-Individuen, also die Endglieder der Reihe (Fig. 13 und 14) nur in den Monaten Juni bis Oktober zur Ausbildung bringt; die ganz dicht behöckerte Form, bei der fast jede Spur der Tafelabgrenzung und Areolierung verschwunden ist (Fig. 20), erweist sich sogar nur an die Zeit von Mitte Juni bis Mitte September gebunden. Ähnlich verhält sich die Irregularis-Reihe, deren Endglieder (Fig. 19 und 20) nur von Juni bis Anfang Oktober zur Beobachtung gelangten, mit einem Maximum von Juli bis September; doch dehnt sich bei ihr das Vorkommen der Übergangsformen auf eine größere Zahl von Monaten aus, besonders gegen den Winter zu. Anuraea cochlearis tecta kam im Altrhein Neuhofen mir niemals vor dem Juni und nie nach Mitte Oktober zu Gesicht, die extremste Form der Reihe mit hinten abgerundetem Panzer und vorn mit sehr kurzen Dornen sogar nur von Mitte Juni bis Ende August.

Auffallend ist bei allen Reihen die gewaltige Verschiebung im Bestand der Formen, welche der Juni und etwas weniger scharf ausgeprägt der Oktober bringt: beide setzen sich in der tabellarischen Übersicht gegen die vorhergehenden Monate wie durch einen Sprung ab.

Eine etwas eingehendere Betrachtung der Tabelle zeigt noch eine Reihe weiterer interessanter Eigentümlichkeiten. So sehen wir

Tabelle II.[1]

Prozentualer Anteil der einzelnen Formen von Anuraea cochlearis am monatlichen Gesamtvorkommen der Art im Altrhein bei Neuhofen.

a = erste Monatshälfte
b = zweite Monatshälfte

Zahl der untersuchten Exemplare: 1200
(50 pro Monatshälfte)

Monat		Tecta-Reihe										Hispida-Reihe				Irregularis-Reihe					
		macracantha		typ.		f. micracantha		f. tuberculata		tecta		f. pustulata		hispida		f. connectens		irregularis		f. caudata	
		Fig. 1	Fig. 2	Fig. 3	Fig. 4	Fig. 5	Fig. 6	Fig. 7	Fig. 8	Fig. 9	Fig. 10	Fig. 11	Fig. 12	Fig. 13	Fig. 14	Fig. 15	Fig. 16	Fig. 17	Fig. 18	Fig. 19	Fig. 20
Januar	a	16%	**54%**	22%	4%	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4%	—	—	—	—	—
	b	28%	**40%**	22%	6%	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4%	—	—	—	—	—
Februar	a	34%	**54%**	12%	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	b	18%	**42%**	36%	4%	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
März	a	14%	**52%**	32%	2%	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	b	28%	**50%**	18%	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4%	—	—	—	—	—
April	a	**44%**	24%	4%	—	—	—	—	—	—	—	2%	—	—	—	26%	—	—	—	—	—
	b	**24%**	**24%**	4%	—	—	—	—	—	—	—	14%	—	—	—	**24%**	8%	2%	—	—	—

Mai	a	12%	14%	10%	—	—	—	—	—	—	—	22%	—	—	—	**32%**	10%	—	—	—	—
	b	2%	4%	16%	**26%**	—	—	—	—	—	—	10%	16%	—	—	16%	8%	—	2%	—	—
Juni	a	—	—	4%	12%	**42%**	16%	2%	2%	6%	—	—	8%	2%	—	—	—	2%	2%	2%	—
	b	—	—	—	2%	12%	**28%**	—	—	2%	2%	—	12%	20%	10%	2%	—	—	2%	8%	—
Juli	a	—	—	—	4%	**22%**	16%	2%	2%	16%	4%	—	2%	10%	8%	—	—	—	2%	10%	2%
	b	—	—	—	—	16%	**30%**	2%	—	14%	4%	—	—	8%	12%	—	—	—	2%	10%	2%
August	a	—	—	—	—	**54%**	16%	6%	—	6%	4%	—	—	6%	2%	—	—	—	—	6%	—
	b	—	—	—	—	24%	6%	2%	—	4%	2%	—	—	**36%**	12%	—	—	—	—	12%	2%
September	a	—	—	—	—	**30%**	4%	—	—	2%	—	—	20%	16%	4%	—	6%	—	6%	12%	2%
	b	—	—	—	6%	**34%**	2%	—	—	2%	—	2%	20%	22%	—	—	4%	2%	4%	2%	—
Oktober	a	2%	6%	16%	**18%**	4%	—	—	—	2%	—	16%	4%	2%	—	12%	10%	4%	2%	2%	—
	b	2%	16%	**30%**	14%	2%	—	—	—	—	—	4%	2%	2%	—	16%	10%	2%	—	—	—
November	a	8%	**26%**	18%	2%	—	—	—	—	—	—	10%	—	—	—	22%	10%	2%	2%	—	—
	b	22%	**46%**	16%	2%	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	6%	4%	4%	—	—	—
Dezember	a	10%	32%	**44%**	10%	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2%	2%	—	—	—	—
	b	22%	**52%**	24%	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2%	—	—	—	—	—

[1]) Tabelle I findet sich in der ersten Hälfte dieser Arbeit.

beispielsweise, daß die monatlichen Prozentzahlen der aufeinander folgenden Glieder einer Reihe graphisch dargestellt in manchen Fällen eingipfelige Kurven darstellen würden, was besonders schön bei der Tecta-Reihe, vor allem bei macracantha und typ. (Fig. 1—4) hervortritt, wo auch die höchste Erhebung der Kurve ungefähr in der Mitte liegt z. B.: 16, **54**, 22, 4 — 28, **50**, 18 — 22, **52**, 24 etc.

Weiterhin giebt die Tabelle eine ziffernmäßige Illustrierung zu einer Bemerkung, die ich schon früher einmal, bei der morphologischen Schilderung der einzelnen Variationsreihen machte. Ich habe damals darauf hingewiesen, daß speziell in der tecta-Reihe die Übergänge zwischen den sehr kurzdornigen Formen von Anuraea cochlearis (der f. micracantha) und der hinten dornenlosen Anuraea tecta nur relativ sehr selten zur Beobachtung gelangten. Die Tabelle zeigt nun in der That, daß diese für die lückenlose Konstruktion der Reihen so wichtigen Übergänge (die ich als f. tuberculata, Fig. 7 und 8, bezeichnet habe) auf die Monate Juni bis August beschränkt sind und hier niemals mehr als 2—6% des monatlichen Gesamtbestandes der Art ausmachen, während die zunächst stehenden Formen wie micracantha (Fig. 5 und 6) bis zu 58% und die var. tecta bis zu 20% aller überhaupt in den betreffenden Monaten untersuchten Individuen vertreten sind. Ganz ähnlich verhalten sich die zur var. irregularis überleitenden Formen (Fig. 17 und 18).

Schon dem flüchtigen Blick muß die eigenartige, gewissermaßen treppenförmige Abstufung auffallen, welche fast gleichartig in jeder der drei Reihen das Gesamtbild der monatlichen Prozentzahlen aufweist. Sie zeigt uns, daß mit Beginn der wärmeren Jahreszeit im Altrhein bei Neuhofen Anuraea cochlearis ganz ausgesprochen die Tendenz zeigt, nach bestimmten Richtungen hin zu variieren und daß hierbei in den aufeinander folgenden Monaten bis zum Juni alle auf meiner Tafel nebeneinander dargestellten Stufen der fortschreitenden Umwandlung im allgemeinen auch zeitlich nacheinander folgen und sich successiv ablösen. Dieser Vorgang gestaltet sich derart, daß, wenn im zeitlichen Verlauf der Variationsreihe eine dem Endglied, also der ausgebildeten Varietät tecta, hispida oder irregularis näher stehende Übergangsform auftritt, die unmittelbar vorausgehende, also dem Anfangsglied der Reihe näher stehende Übergangsform, seltener zu werden beginnt und dann ganz verschwindet. Am schönsten tritt dies in der hispida- und irregularis-Reihe zu Tage. Sind schließlich als Resultat all dieser nie stille stehenden Wandlungen einmal die Endglieder der Reihe zur Ausprägung ge-

langt, so werden dieselben, man könnte fast sagen mit einer gewissen Zähigkeit, festgehalten und beherrschen während der wärmsten Monate das Terrain bei der hispida- und irregularis-Reihe sogar unter fast völligem Ausschluß aller Übergangsformen. Vom September ab geht wieder eine Umwandlung vor sich, dieses Mal aber in gerade entgegengesetzter Richtung, also dem Ausgangspunkt der Reihe zu. Auch hier können wir beobachten, daß von den Übergangsformen im allgemeinen zunächst die auftreten, welche sich direkt an die Endglieder der Reihen, an die var. tecta, hispida und irregularis anschließen; dann erst die diesen immer mehr sich entfremdenden, in dem Maße, als die den Endgliedern näher stehenden seltener werden und schrittweise nacheinander verschwinden. Details hierfür bietet namentlich die hispida- und irregularis-Reihe, bezüglich derer ich auf die Tabelle verweise.

Eine Deutung dieser Verhältnisse soll später, bei den Schlußfolgerungen aus den empirisch gewonnenen Resultaten, versucht werden.

2. Cyklische Variationen der Dimensionen des Panzers.

Die auf den vorausgehenden Seiten niedergelegten Beobachtungen dürften zur Genüge bewiesen haben, daß Anuraea cochlearis einen Formenkreis mit sehr zahlreichen Gliedern darstellt, welch letztere zum Teil ein beschränktes zeitliches Vorkommen haben. Als Ganzes betrachtet, als eine all die früher geschilderten Formen in sich einschließende Gesamtart läßt Anuraea cochlearis im Altrhein bei Neuhofen einen beachtenswerten cyklischen Variationsgang hinsichtlich ihrer Größe, der Dimensionen des Panzers erkennen[1]). In wenige Worte zusammengefaßt, läßt sich dies Verhalten ungefähr folgendermaßen aussprechen: Die Größe des Panzers von Anuraea cochlearis verhält sich im Altrhein bei Neuhofen umgekehrt proportional der Höhe der Wassertemperatur.

Während der kälteren Jahreszeit bevölkern durchgehens nur sehr große, mit langem Hinterdorn versehene Formen das Plankton. Das Größenmaximum wird im Februar erreicht, wo die mittlere Gesamtlänge **228** μ, die des Hinterdorns allein 78 μ beträgt. Von da ab nimmt die Größe stetig ab — anfangs langsam, dann in immer mehr beschleunigtem Tempo — bis zum Juni und Juli, in welch letzterem Monat

[1]) Dabei ist zu beachten, daß in dem genannten Gewässer die var. robusta ebenso die forma leptacantha sowie die var. tecta f. maior. fehlen.

durch das Auftreten der sehr kurzdornigen und der hinten dornenlosen Formen (f. micracantha und var. tecta) die mittlere Gesamtlänge auf **131,5** μ reduziert erscheint, von der 21 μ auf den Hinterdorn entfallen. Der August bringt wiederum eine Zunahme der Gesamtlänge, die sich namentlich beim Eintritt etwas kälterer Wassertemperaturen im Oktober rasch steigert, bis zum Maximum im Februar.

Dieser gesetzmäßige seit langen Jahren in ähnlicher Weise sich abspielende Variationsgang bezüglich der Größe läßt sich in seinen Einzelheiten auf verschiedene Weise noch genauer darstellen.

Handelt es sich darum, den speziellen Anteil der einzelnen Größenklassen am jährlichen Variationsgang zu zeigen, so dürfte nebenstehende Tabelle III eine instruktive Übersicht geben.

In ihr sind **600** Exemplare von Anuraea cochlearis aus dem Altrhein Neuhofen aus allen Monaten des Jahres (50 pro Monat) nach ihrer Gesamtlänge in 20 Größenklassen gebracht, welche in Stufen von 10 zu 10 μ die ganze Variationsamplitude der Größe von dem absolut größten gemessenen Individuum[1] bis herab zu dem absolut kleinsten umspannen. Nochmals betone ich, daß die Tabelle nur die Größenverhältnisse von Anuraea cochlearis als Gesamtart faßt, also gar keine Rücksicht auf die einzelnen Formen nimmt.

Ins Einzelne gehende Erläuterungen zu dieser Tabelle dürften wohl überflüssig sein; sie spricht für sich selbst! Klar und deutlich ersehen wir aus ihr, wie die großen Formen gegen die wärmere Jahreszeit Schritt für Schritt zurückweichen, um kleineren Platz zu machen, die von Juni bis August völlig den Plan beherrschen, bis vom September ab die größeren wieder stufenweise das Übergewicht gewinnen. Sehr in die Augen fallend ist der gewaltige sprunghafte Rückgang der Größe vom Mai zum Juni, der seine Parallele findet in dem plötzlichen Auftreten zahlreicher neuer Formen, das wir aus der Tabelle II her kennen.

Nicht ohne Interesse ist es noch zu konstatieren, daß — von ganz unbedeutenden und verschwindenden Ausnahmen abgesehen — die Prozentzahlen der einzelnen Monate geschlossene Reihen bilden. Mit anderen Worten: Die in jedem Monate vorkommenden Individuen von Anuraea cochlearis im Altrhein Neuhofen zeigen zwischen zwei, nach den Jahreszeiten wechselnden Extremen, lückenlos alle

[1]) Die Größenklassen 289—270 μ fehlen zufällig in dem dieser Tabelle zu grunde liegenden Materiale, während sie in dem Material, das zur Aufstellung der Tabelle I verwendet wurde, vorkommen.

Tabelle III.

Prozentualer Anteil der einzelnen Größenklassen am jährlichen Variationsgang der Gesamtart Anuraea cochlearis im Altrhein bei Neuhofen.

Zahl der gemessenen Individuen: 600.
(50 pro Monat.)

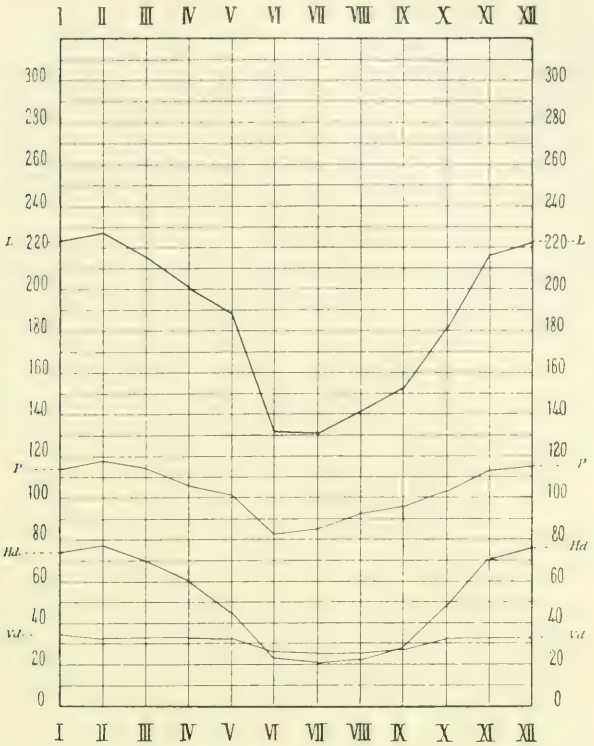
Monat	289 — 280 μ	279 — 270 μ	269 — 260 μ	259 — 250 μ	249 — 240 μ	239 — 230 μ	229 — 220 μ	219 — 210 μ	209 — 200 μ	199 — 190 μ	189 — 180 μ	179 — 170 μ	169 — 160 μ	159 — 150 μ	149 — 140 μ	139 — 130 μ	129 — 120 μ	119 — 110 μ	109 — 100 μ	99 — 90 μ
Januar	—	—	2%	14%	12%	16%	**20%**	4%	12%	6%	12%	—	—	2%	—	—	—	—	—	—
Februar	—	—	6%	4%	20%	**32%**	10%	14%	2%	2%	4%	4%	2%	—	—	—	—	—	—	—
März	—	—	—	6%	6%	**18%**	14%	14%	6%	6%	14%	12%	4%	—	—	—	—	—	—	—
April	—	—	—	4%	6%	6%	**16%**	8%	14%	12%	**16%**	10%	4%	2%	2%	—	—	—	—	—
Mai	—	—	—	—	2%	2%	2%	14%	16%	**20%**	18%	6%	8%	4%	6%	2%	—	—	—	—
Juni	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	6%	4%	4%	10%	10%	**22%**	**22%**	8%	12%	2%
Juli	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2%	8%	8%	14%	16%	16%	**18%**	14%	4%
August	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	12%	16%	22%	**26%**	18%	4%	2%	—
September	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10%	2%	14%	**20%**	10%	4%	14%	8%	14%	—	4%
Oktober	—	—	—	—	—	2%	—	8%	12%	6%	**18%**	10%	12%	6%	8%	6%	6%	4%	2%	—
November	—	—	4%	—	8%	18%	**24%**	12%	12%	4%	10%	2%	6%	—	—	—	—	—	—	—
Dezember	—	—	8%	4%	16%	**22%**	14%	12%	6%	8%	6%	—	4%	—	—	—	—	—	—	—

Tabelle IV.

Monatliche Mittelwerte der Dimensionen des Panzers von Anuraea cochlearis im Altrhein bei Neuhofen.

Alle Größen in μ. Zahl der gemessenen Individuen 600; 25 aus der ersten (a), 25 aus der zweiten (b) Monatshälfte.

Monat	Länge des mittleren Vorderdorns		Länge des eigentlichen Panzers		Länge des Hinterdorns		Gesamtlänge		Breite
Januar	a 36 b 34	35	a 115 b 113	114	a 74 b 74	74	a 225 b 221	223	64
Februar	a 31 b 33	32	a 121 b 115	118	a 81 b 75	78	a 233 b 223	228	64
März	a 34 b 31	32,5	a 120 b 109	114,5	a 76 b 63	69,5	a 230 b 203	216,5	64
April	a 33 b 32	32,5	a 113 b 102	107,5	a 61 b 61	61	a 207 b 195	201	64
Mai	a 33 b 31	32	a 102 b 100	101	a 56 b 56	56	a 191 b 187	189	66
Juni	a 27 b 26	26,5	a 85 b 81	83	a 27 b 19	23	a 139 b 126	132,5	53
Juli	a 26 b 26	26	a 86 b 83	84,5	a 25 b 17	21	a 137 b 126	131,5	58
August	a 26 b 27	26,5	a 92 b 93	92,5	a 22 b 23	22,5	a 140 b 143	141,5	60
September	a 29 b 27	28	a 101 b 91	96	a 31 b 26	28,5	a 161 b 144	152,5	66
Oktober	a 32 b 30	31	a 109 b 107	108,5	a 44 b 52	48	a 176 b 189	182,5	67
November	a 31 b 34	32,5	a 116 b 111	113,5	a 69 b 71	70	a 216 b 216	216	70
Dezember	a 30 b 35	32,5	a 113 b 117	115	a 71 b 79	75	a 214 b 231	222,5	73



Kurventafel 2[1]: Kurven der monatlichen Mittelwerte der Dimensionen des Panzers von Anuraea cochlearis im Altrhein bei Neuhofen.
L = Gesamtlänge; P = Länge des eigentlichen Panzers; Hd = Länge des Hinterdorns; Vd = Länge der medianen Vorderdornen.

Übergänge der Größe. Die Tabelle zeigt uns noch, daß die höchsten Prozentzahlen jeden Monats in der Regel gegen die Mitte zu liegen und sich von hier nach beiden Extremen hin allmählich abstufen[2]).

Die vorstehende Tabelle giebt nur die Maße der Gesamtlänge. Wenn es sich aber darum handelt, die Größenvariationen der einzelnen Elemente der Gesamtlänge festzustellen — also Länge der mittleren Vorderdornen und der des eigentlichen Panzers und derjenigen des Hinterdorns — so giebt für diesen Zweck Tabelle IV am besten Auskunft. Die große Menge der Zahlen, hervorgerufen durch den

[1]) Kurventafel 1 befindet sich in der ersten Hälfte dieser Arbeit.

[2]) Eine größere Anzahl von Individuen würde dieses Verhalten wohl noch deutlicher zeigen.

Umstand, daß halbmonatliche Mittelwerte gegeben werden konnten, läßt die Tabelle für das Auge wenig übersichtlich erscheinen. Darum habe ich gleich anschließend daran dasselbe Material zu einer Kurventafel verarbeitet (Nr. 2), welche den jährlichen Variationsgang mit einem Blicke überschauen läßt. Die römischen Ziffern der vertikalen Reihen entsprechen den 12 Monaten des Jahres, die horizontalen Reihen geben die Größen in μ.

Tabelle und noch anschaulicher die Kurventafel zeigen uns überall die Korrelation im Variieren der die Gesamtlänge bedingenden Elemente. Alle zeigen bis zum Juni—Juli einen Rückgang ihrer Dimensionen, besonders stark und scharf ausgeprägt vom Mai auf den Juni, dann aber wieder eine stetige Größenzunahme, die ihren Kulminationspunkt im Februar erreicht. Im einzelnen schwanken die halbmonatlichen Werte um ein geringes, d. h. es zeigt, trotz der scharf hervortretenden Tendenz zur Größenreduktion, die Tabelle beispielsweise für die erste Junihälfte als mittlere Gesamtlänge 139 μ, für die zweite 126 μ, für die erste Julihälfte dagegen wieder 137 μ und dann 126 μ für die zweite. Ähnliches wiederholt sich bei den entsprechenden Hinterdornen. Diese kleinen Schwankungen sind aber nicht im stande, den monatlichen Variationsgang zu beeinflussen, denn die Jahreskurve, aus den Ergebnissen der monatlichen Mittelwerte konstruiert, zeigt einen kontinuierlichen Verlauf. Ein Teil der halbmonatlichen Schwankungen kommt übrigens wohl sicher auch davon her, daß ich mit voller Absicht, soweit es nur irgendwie angängig erschien, die halbmonatlichen Messungen an Material aus ganz verschiedenen Jahrgängen ausführte, da ich der Ansicht war, daß ein solches Verfahren eine gewisse Garantie für den gesetzmäßigen Verlauf des jährlichen Variationsganges bieten müsse.

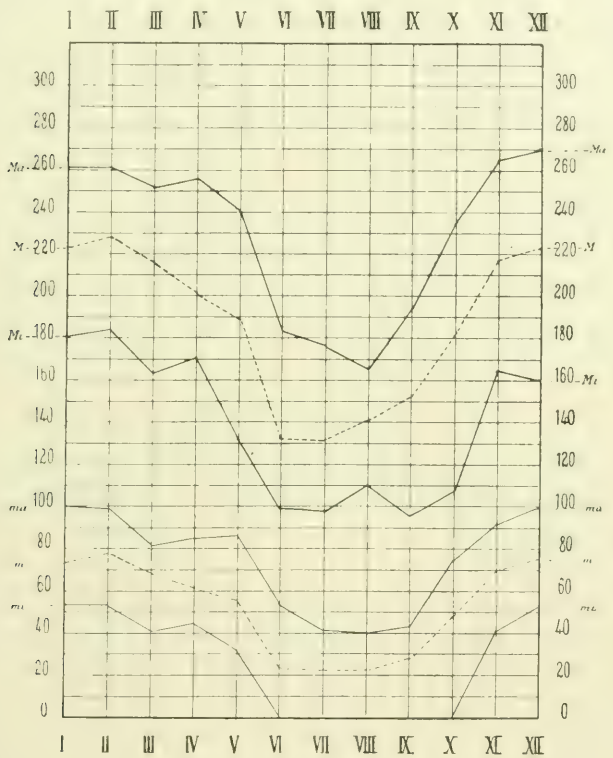
Von Einzelheiten im Variieren der Panzerdimensionen dürfte hervorzuheben sein, daß sich die Variationskurve des eigentlichen Panzers in relativ engen Grenzen bewegt, besonders wenn man sie mit derjenigen des Hinterdorns vergleicht, dessen Länge in erster Linie die Gesamtlänge beeinflußt, wie sich auch durch den parallelen Verlauf der entsprechenden Variationskurven dokumentiert. Am wenigsten affiziert scheinen die Vorderdornen zu werden, doch darf bei ihnen nicht vergessen werden, daß bei ihrer geringen Größe die beim Beginn des Sommers eintretende Reduzierung sowie die allmähliche Größenzunahme gegen den Herbst und Winter hin, naturgemäß weniger in die Augen fällt.

Die Variationen der Breite des Panzers von Anuraea coch-

learis halten im allgemeinen gleichen Schritt mit derjenigen der Länge.

Nach der Feststellung des Variationsganges, den die monatlichen Mittelwerte des Panzers von Anuraea cochlearis aufweisen, schien es mir von Interesse, festzustellen, ob auch die monatlichen Maximal- und Minimalgrößen einen gesetzmäßigen jährlichen Variationsgang erkennen lassen.

In größerem Umfang, als man vielleicht a priori wohl hätte annehmen mögen, offenbarte sich auch hier ein gesetzmäßiges Verhalten, welches folgende Tabelle (Nr. V) und Kurventafel (Nr. 3) zur Anschauung bringt.



Kurventafel 3: Kurven der monatlichen Maximal- und Minimalwerte der Panzerdimensionen von Anuraea cochlearis im Altrhein bei Neuhofen.

Ma = Maximalgrößen, M = Mittelwerte, Mi = Minimalgrößen des Panzers; ma = Maximalgröße, m = Mittelwert, mi = Minimalgröße des Hinterdorns.

Ein Vergleich der beiden Darstellungen läßt erkennen, daß die Kurven der monatlichen Maximal- und Minimal-

größen beide unter sich sowie mit der ungefähr die Mitte zwischen beiden einnehmenden Kurven der Mittelwerte annähernd parallel verlaufen. Wie die Tabelle im einzelnen nachweist, hat die Differenz zwischen dem jeweils monatlich gemessenen größten und kleinsten Individuum von Anuraea cochlearis während 6 Monaten einen ziemlich konstanten Wert, der zwischen 77—88 μ schwankt. Ein ganz ähnliches Verhalten zeigen die entsprechenden Kurven des Hinterdorns, bei denen in nicht weniger als 10 Monaten des Jahres die Differenz des größten und kleinsten nur zwischen 40—51 μ schwankt. Ein Monat, der Oktober, entfernt sich mit 75 μ Differenz weiter von diesem Wert. Dies kommt wohl daher, daß in diesem Monate einerseits bereits wieder die sehr langdornigen Winterformen auftreten während andererseits einige tecta-Individuen noch von der wärmeren Jahreszeit her gleichsam als Nachzügler mit herübergenommen werden — Umstände, welche natürlich die Größe der Differenz beträchtlich modifizieren müssen.

Es ergiebt sich somit das Resultat, daß selbst den extremsten Größenvariationen nach oben und unten bestimmte Grenzwerte gesetzt sind, die sich entsprechend dem jährlichen Variationsgang der Art von Monat zu Monat in gesetzmäßiger Weise verschieben, dabei aber einen sich ziemlich gleichbleibenden Variationsspielraum der Größe umschliessen.

Tabelle V.

Monatliche Maximal- und Minimalgrößen des Panzers von Anuraea cochlearis im Altrhein bei Neuhofen.

Zahl der gemessenen Individuen: 600.
(50 pro Monat.)

Alle Größen in μ.

Monat	Größtes Individuum	Mittlere Gesamtlänge	Kleinstes Individuum	Differenz d. größten u. kleinsten Individuums	Größte Länge des Hinterdorns	Mittlere Länge d. Hinterdorns	Kleinste Länge d. Hinterdorns	Differenz d. größten u. kleinsten Hinterdorns
Januar	**261**	223	**180**	81	100	74	54	46
Februar	**261**	228	**184**	77	99	78	54	45
März	**252**	216	**164**	88	81	69	41	40
April	**256**	201	**171**	85	85	61	45	40

Monat	Größtes Individuum	Mittlere Gesamtlänge	Kleinstes Individuum	Differenz d. größten u. kleinsten Individuums	Größte Länge des Hinterdorns	Mittlere Länge d. Hinterdorns	Kleinste Länge d. Hinterdorns	Differenz d. größten und kleinsten Hinterdorns
Mai	**240**	189	**131**	109	86	56	32	54
Juni	**185**	132	**99**	86	54	23	0	54
Juli	**176**	131	**98**	78	41	22	0	41
August	**166**	141	**110**	56	40	22	0	40
September	**194**	152	**96**	98	43	28	0	43
Oktober	**235**	182	**108**	127	75	48	0	75
November	**265**	216	**165**	100	92	70	41	51
Dezember	**270**	222	**160**	110	99	75	50	59

II. Der jährliche Variationsgang von Anuraea cochlearis im Altrhein bei Roxheim.

a) Physische und biologische Charakteristik des Gewässers.

Zwischen Worms und Frankenthal erstreckt sich in Gestalt eines riesigen Hufeisens von ca. 3 km Länge und 200—400 m Breite der Altrhein von Roxheim. Wie der von Neuhofen ist er eine ehemalige Stromkrümme des Rheins, der nunmehr in ziemlicher Entfernung östlich davon dahinfließt und gegenwärtig nur durch einen künstlich offen gehaltenen schmalen Kanal mit dem stagnierenden Altwasser in Verbindung steht. An beiden versumpften, dem Strom zugekehrten Enden, sowie auch sonst am Rande breiten sich ansehnliche Rohrwälder (Phragmites communis) aus, an die sich Bestände von Scirpus lacustris anschließen. Auf diese folgt, gegen das offene Wasser zu, ein breiter Gürtel von Nymphaea und Nuphar, die in einer seltenen Üppigkeit auf weite Strecken hin den Wasserspiegel mit ihren großen Blättern verdecken; auch Limnanthemum nymphaeoides und Trapa natans fehlen nicht. Die Tiefe ist hier an den Enden nur sehr gering und der schlammige Boden von zahlreichen Myriophyllum-, Ceratophyllum- und Potamogeton-Büschen überwuchert. Anders liegen die Verhältnisse am westlichen Ufer: hier sinkt das „Hochgestade", welches das Dorf Roxheim trägt, rasch in eine bis 5 m betragende Tiefe ab; der Boden ist

sandig-lehmig, die größeren Tiefen jedoch alle von einem zarten grün- bis graubräunlichen sehr feinen Schlamm erfüllt.

Mehr noch als der Altrhein bei Neuhofen zeigt der von Roxheim mit seiner breiten pflanzenreichen Wasserfläche das Bild eines Sees. Die Tier- und Pflanzenwelt des Planktons ist außerordentlich reich an Arten und ganz besonders auch an Individuen. Charakteristisch ist die enorme Entwickelung der eine „Wasserblüte" bildenden Cyanophyceen wie Clathrocystis, Anabaena, Sphaerozyga, welche im Hochsommer den Spiegel wie mit einer spangrünen Staubschicht überziehen als von dem Winde gegen das Ufer getrieben die Schwimmpflanzen hier, besonders die Bestände von Limnanthemum mit einer bald häßlich blau-grün schillernden Schicht bedecken. Gleichzeitig mit diesen Cyanophyceen treten zum Teil ebenfalls massenhaft Grünalgen (Pediastrum, Actinastrum, Scenedesmus, Staurogenia, Golenkinia etc.) sowie Flagellaten (Trachelomonas, Cryptomonas) auf. Diatomeen (vor allem kleine Stephanodiscus, dann Asterionella), sowie von Chrysomonadinen die Gattung Dinobryon fehlen nicht, ohne doch jemals, wie im Altrhein bei Neuhofen, das Übergewicht zu erlangen. Das in letzterem Gewässer während des Sommers so überaus häufige Ceratium hirundinella fehlt so gut wie völlig.

Bei so reichlich dargebotener Nahrung sind natürlich auch die Rotatorien zahlreich vertreten: es fallen unter ihnen Schizocerca diversicornis, Brachionus pala, Pompholyx sulcata als zeitweise dominierende Formen auf[1]).

[1]) Der Altrhein Roxheim ist nach allem ein „Chroococcaceen-See" im Sinne von Apstein (95), während der Altrhein Neuhofen einen „Dinobryon-See" darstellen würde. (Mir würde es, beiläufig bemerkt, wenn man überhaupt einen Unterschied statuieren will, besser scheinen, Chroococcaceen-Seen in einen Gegensatz zu den Ceratium-Seen zu stellen, da nach meinen Erfahrungen Ceratium nur in reinen Gewässern vorkommt und solche mit einer sehr starken Produktion pelagischer Cyanophyceen meidet, was mit Dinobryon keineswegs so ausgesprochen der Fall ist.) Erwähnenswert dürfte noch sein, daß die mir bekannten Chroococcaceen-Gewässer alle in unmittelbarster Nähe von Ortschaften liegen und von diesen sowie von den sich daran anschließenden gedüngten Ackerfeldern bei Regengüssen jedenfalls ergiebige organische stickstoffreiche Zufuhr erhalten, die, da sie sich jahraus jahrein wiederholt, bei der relativen Kleinheit und Abgeschlossenheit der betreffenden Gewässer kaum ohne Einfluß auf die Ernährungsverhältnisse des pflanzlichen Planktons bleiben dürfte. Möven, die nach Apstein in nach Tausenden von Köpfen zählenden Kolonieen an gewissen Seen Holsteins brüten und dort mit ihren Exkrementen das Wasser gewissermaßen „düngen", fehlen an den Chroococcaceen-Gewässern meines Untersuchungsgebietes als Brutvögel vollkommen.

b) Jährlicher Variationsgang von Anuraea cochlearis.

Auch Anuraea cochlearis ist sehr häufig und wird in keinem Monat völlig vermißt. Wie sich später ergeben wird, zeigt ihr jährlicher Variationsgang im allgemeinen ziemliche Übereinstimmung mit den entsprechenden Verhältnissen im Altrhein bei Neuhofen, im einzelnen aber doch einige konstante Unterschiede, welche für das Gewässer charakteristisch sind.

Betrachten wir zunächst den Anteil der einzelnen Formen.

Wie in Neuhofen rekrutieren sich die vorkommenden Formen alle ausschließlich aus der tecta-, hispida- und irregularis-Reihe. Macracantha sowie robusta fehlen völlig; dagegen erreicht tecta eine ganz enorme Häufigkeit, wie in keinem anderen von mir untersuchten Gewässer: gehören ihr doch im Juli nicht weniger als fast Dreiviertel aller vorkommenden Individuen an! Die allmähliche Ausbildung und Differenzierung der einzelnen Reihen, das successive Aufeinanderfolgen der einzelnen Zwischenformen vollzieht sich im großen Ganzen nach dem früher dargestellten Modus. Ich glaube darum auch von einer detaillierten Schilderung absehen zu können und begnüge mich mit der sich anschließenden tabellarischen Übersicht.

Bezüglich der Größenverhältnisse ergeben sich ziemlich beträchtliche Verschiedenheiten von den Verhältnissen im Altrhein bei Neuhofen. Anuraea cochlearis des Altrheins bei Roxheim ist in allen Dimensionen seines Panzers beträchtlich kleiner als im Altrhein bei Neuhofen, wie am besten eine direkte Gegenüberstellung der folgenden, den prozentualen Anteil der einzelnen Größenklassen illustrierenden Tabelle zeigt.

Tabelle VI.

Jährlicher Variationsgang der einzelnen Formen von Anuraea cochlearis im Altrhein bei Roxheim.

Monat	Allgemeine Charakteristik der Formen.
Januar	Nur Angehörige der tecta-Reihe mit mittellangem bis langem Hinterdorne; ganz vereinzelt Tecta.
Februar	Wie Januar.
März	Wie Januar, Februar; einige Exemplare mit ziemlich langem Hinterdorn.

Monat	Allgemeine Charakteristik der Formen.
April	Wie März.
Mai	Die Formen mit längerem Hinterdorn verschwinden; sehr langdornige sowie tecta sehr häufig; die Anfangsglieder der hispida und irregularis-Reihe beginnen aufzutreten[1]).
Juni	Wie Mai; tecta weit überwiegend.
Juli	tecta überaus häufig; Übergangsformen der hispida- und irregularis-Reihe nicht selten, die ersten ausgebildeten Varietäten hispida und irregularis erscheinen.
August	tecta immer noch recht häufig; Übergangs- sowie Endformen der hispida- und besonders der irregularis-Reihe nicht selten.
September	Kurzdornige Formen der tecta-Reihe sowie tecta nicht selten. Die Var. irregularis häufig, Var. hispida ziemlich selten.
Oktober	tecta, langdornige und ziemlich langdornige Formen nicht selten. Die Endglieder der hispida- und irregularis-Reihe nur noch vereinzelt, die Übergangsformen häufiger.
November	tecta sehr vereinzelt; kurzdornige und Formen mit mittellangem Hinterdorn recht selten. Var. hispida und irregularis sind verschwunden; Übergangsformen noch sehr vereinzelt.
Dezember	Wie November.

Auch in ihr tritt die uns schon bekannte, mit Beginn der wärmeren Jahreszeit eintretende Verschiebung nach rechts, d. h. die Herrschaft der kleinen Individuen während der Sommermonate klar hervor, ebenso die rückläufige Bewegung im Herbst, die wiederum durch eine Größenzunahme bedingt ist.

Auch hier sehen wir, wie in Neuhofen, meist ziemlich geschlossene Reihen der Prozentzahlen in jedem Monat; wenn da und dort eine Größenklasse fehlt, so ist der Grund hierfür in erster Linie darin zu suchen, daß hier per Monat nur 25 Exemplare gemessen wurden, im Gegensatz zu Neuhofen mit der doppelten Zahl. Reicheres Material hätte sicher die kleinen Lücken zum Verschwinden gebracht.

[1]) Letztere nicht in der Tabelle VII enthalten.

Tabelle VII.

Prozentualer Anteil der einzelnen Größenklassen am jährlichen Variationsgang der Gesamtart Anuraea cochlearis Gosse im Altrhein bei Roxheim.

Zahl der gemessenen Individuen: 300.

Monat	289 — 280 µ	279 — 270 µ	269 — 260 µ	259 — 250 µ	249 — 240 µ	239 — 230 µ	229 — 220 µ	219 — 210 µ	209 — 200 µ	199 — 190 µ	189 — 180 µ	179 — 170 µ	169 — 160 µ	159 — 150 µ	149 — 140 µ	139 — 130 µ	129 — 120 µ	119 — 110 µ	109 — 100 µ	99 — 90 µ
Januar	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4%	16%	24%	**32%**	20%	—	—	—	4%	—	—
Februar	—	—	—	—	—	—	—	—	4%	—	4%	**36%**	**36%**	20%	—	—	—	—	—	—
März	—	—	—	—	—	8%	—	4%	—	8%	8%	24%	**28%**	8%	4%	4%	4%	—	—	—
April	—	—	—	—	—	4%	4%	12%	12%	8%	4%	4%	12%	8%	12%	**16%**	4%	—	—	—
Mai	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	24%	**28%**	20%	16%	12%	—	—
Juni	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	8%	8%	12%	**36%**	**36%**	—
Juli	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4%	—	4%	4%	16%	32%	**40%**	—
August	—	—	—	—	—	—	—	—		—	4%	4%	4%	8%	4%	4%	16%	**28%**	20%	8%
September	—	—	—	—	—	—	—	—	—	8%	4%	20%	16%	8%	**20%**	4%	8%	12%	—	—
Oktober	—	—	—	—	—	—	—	4%	8%	4%	—	12%	—	8%	**24%**	12%	4%	20%	4%	—
November	—	—	—	—	—	—	—	—	4%	—	16%	16%	20%	12%	**24%**	4%	4%	—	—	—
Dezember	—	—	—	—	4%	—	—	4%	—	—	—	8%	**36%**	24%	16%	—	—	8%	—	—

Die durchschnittlich geringere Größe der Individuen von Anuraea cochlearis im Altrhein bei Roxheim kommt natürlich auch deutlich in den monatlichen Mittelwerten der Panzerdimensionen zum Ausdruck, welche die folgende Tabelle und Kurventafel vor Augen führen.

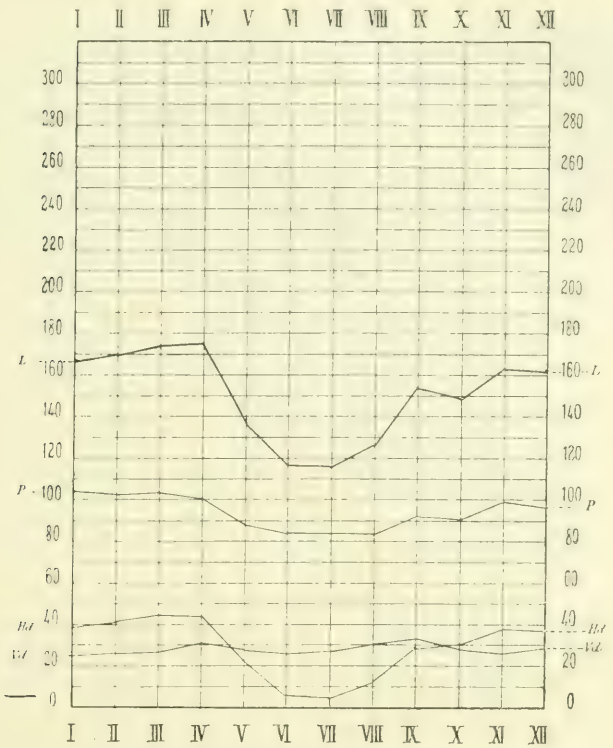
Tabelle VIII.

Monatliche Mittelwerte der Dimensionen des Panzers von Anuraea cochlearis im Altrhein bei Roxheim.

Alle Größen in μ. (Zahl der gemessenen Individuen: 300 [25 pro Monat]).

Monat	Länge des mittleren Vorderdorns	Länge des eigentlichen Panzers	Länge des Hinterdorns	Gesamtlänge	Breite
Januar	25	104	39	168	59
Februar	27	102	41	170	60
März	27	103	44	174	62
April	31	100	44	175	65
Mai	28	88	22	138	55
Juni	26	84	7	117	54
Juli	27	84	5	116	54
August	30	84	12	126	56
September	33	92	29	154	60
Oktober	28	91	30	149	61
November	26	99	38	163	60
Dezember	28	97	37	162	62

Der sich hieraus ergebende jährliche Variationsgang ist der uns bereits bekannte: größere Individuen in der kälteren, kleinere in der wärmeren Jahreszeit. Das Maximum der Größe fällt für Gesamtlänge und Hinterdorn auf den April — also später wie in Neuhofen —, dann sinkt aber die Größe durch das massenhafte Auftreten kurzdorniger Formen sowie der Var. tecta rasch bis zum Juli—Juli, in welchen die mittlere Länge des Hinterdorns nur je 7 resp. 5 μ



Kurventafel 4: Kurven der monatlichen Mittelwerte des Panzers von Anuraea cochlearis im Altrhein bei Roxheim.

L = Gesamtlänge; P = Länge des eigentlichen Panzers; Hd = Hinterdorn; Vd = Vorderdorn.

beträgt. Und dieser gewaltige Rückgang der Größe, dieser rapide Sturz vom Maximum zu Minimum, vollzieht sich in der kurzen Zeit von etwa zwei Monaten!

Die Schwankungen des Panzers und besonders die der mittleren Vorderdornen sind nur relativ gering; der Variationsgang der Breite des Panzers verläuft analog dem der Länge.

Daran anschließend lasse ich gleich die Tabelle und Kurventafel der monatlichen Maximal- und Minimalgrößen folgen.

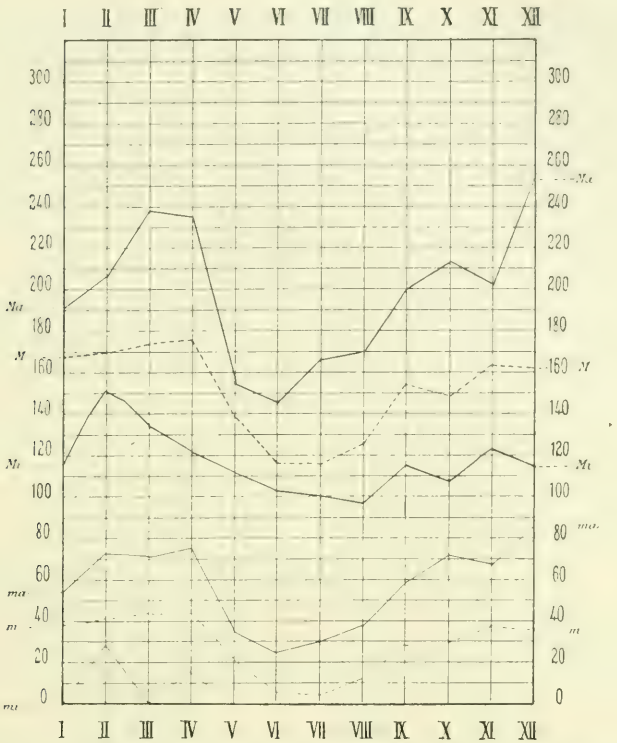
Tabelle IX

der monatlichen Maximal- und Minimalgrößen des Panzers von Anuraea cochlearis im Altrhein bei Roxheim.

Alle Größen in μ.

Monat	Größtes Individuum	Mittlere Gesamtlänge	Kleinstes Individuum	Differenz d. größten und kleinsten Individuums	Größte Länge des Hinterdorns	Mittlere Länge d. Hinterdorns	Kleinste Länge d. Hinterdorns	Differenz d. kleinsten u. größten Hinterdorns
Januar	**191**	168	**117**	74	54	39	0	54
Februar	**207**	170	**151**	56	72	41	29	43
März	**238**	174	**133**	105	71	44	0	71
April	**235**	175	**122**	113	75	44	16	59
Mai	**155**	138	**112**	43	36	22	0	36
Juni	**146**	117	**103**	43	25	7	0	25
Juli	**167**	116	**100**	67	30	5	0	30
August	**170**	126	**97**	73	38	12	0	38
September	**199**	154	**115**	84	59	29	0	59
Oktober	**212**	149	**108**	104	72	30	0	72
November	**203**	163	**123**	80	68	38	0	68
Dezember	**253**	162	**115**	128	85	37	0	85

Wie man sieht, zeigen beide Kurven nicht ganz jenen annähernd parallelen Verlauf, wie er uns im Altrhein bei Neuhofen entgegentrat; doch läßt sich ihre der Kurven der Mittelwerte entsprechende Abhängigkeit von den Jahreszeiten durchaus nicht verkennen. Am meisten frappiert wohl die gewaltige Differenz der Maximalgröße im April und Mai: sie beträgt nicht weniger als 80 μ, wie sich übrigens auch schon aus der Seite 21 befindlichen Tabelle des prozentualen Anteiles der einzelnen Größenklassen ergab. Wenn hier der monatliche Variationsspielraum der Größe, die Variationsamplitude, größeren und unregelmäßigeren Schwankungen unterworfen scheint als im Altrhein bei Neuhofen, so dürfte zum Teil sicher auch die relativ geringe Zahl der gemessenen Individuen (25) daran schuld sein; ich bin fest überzeugt, daß es nur Zufall war, wenn beispielsweise im



Kurventafel 5: Kurven der monatlichen Maximal-, Minimal- und Mittelwerte der Dimensionen des Panzers von Anuraea cochlearis im Altrhein bei Roxheim.

Ma = Maximalgrößen, M = Mittelwerte, Mi = Minimalgrößen des Panzers, ma = Maximalgröße, m = Mittelwert, mi = Minimalgröße des Hinterdorns.

Januar und Februar kein Exemplar größer als 191 resp. 207 μ gefunden wurde. Auf der anderen Seite wird ein etwas unregelmäßiger Verlauf der Kurven der Minimalgrößen dadurch hervorgerufen, daß im Altrhein bei Roxheim einige Individuen von tecta als Nachzügler der im Sommer so beträchtlichen Masse, den Winter über gefunden werden. Kommt nun um diese Zeit ein solch vereinzeltes kleines Individium unter die 25 monatlich der Messung unterworfenen Exemplare, so wird sich sein störender Einfluß bei Feststellung der Mittelwerte nur wenig bemerkbar machen, desto schärfer aber bei Ermittelung der Grenzwerte, in diesem Falle der Minimalgrößen, in Erscheinung treten.

III. Der jährliche Variationsgang von Anuraea cochlearis in einem Feldteich bei Bobenheim.

a) Physische und biologische Charakteristik des Gewässers.

In der Nähe des Altrheins bei Roxheim und vor langer Zeit wohl mit diesem einmal in Verbindung, liegt auf freiem Felde, inmitten der Gänseweide des Dorfes Bobenheim ein ziemlich seichter Teich von etwa 200 Schritte im Umfang. Der Boden ist lehmig-sandig. Am Rande erhebt sich da und dort kümmerliches Schilfrohr und Weidengesträuch, das sich allmählich auf einer angrenzenden feuchten Wiese verliert; der größte Teil des Ufers ist jedoch völlig kahl. Die Vegetation im Wasser setzt sich zusammen aus Büschen von Ceratophyllum, Batrachium und Potamogeton crispus, von denen nur die beiden letzteren öfters zu einer etwas üppigeren Entwickelung gelangen.

Nach alledem möchte man kaum geneigt sein, im Teiche, der als Tummelplatz der Gänseherde des Dorfes dient, ein reiches Planktonleben zu vermuten, zumal auch im Sommer der Wasserspiegel mehr und mehr zusammenschrumpft und allenthalben entlang des Ufers der schlüpfrige Lehmgrund zu Tage tritt. Dem ist aber keineswegs so. Das Plankton ist im Gegenteil sehr reich und treten hierbei ganz besonders die Rotatorien tonangebend hervor. Arten wie Synchaeta pectinata und tremula, Polyarthra platyptera, Brachionus angularis, Anuraea aculeata und in etwas geringerem Maße selbst Pedalion mirum sind zu gewissen Zeiten durch überaus massenhafte Entwickelung besonders auffällig.

b) Variationsgang von Anuraea cochlearis.

Anuraea cochlearis zählt unter die das ganze Jahr hindurch im Teiche vorkommenden Formen, ist jedoch, was die Zahl der Individuen anbelangt, etwas ungleichmäßig in den einzelnen Monaten verteilt. So konnte ich, wie meine Tabelle (Seite 556 [28]) ausweist, im Februar und April trotz langen und eifrigen Suchens nur je 10 Exemplare zur Messung auftreiben und im November fand ich in den Jahren 1897 und 98 überhaupt keine Anuraea cochlearis; erst 1899 gelang es diese Lücke auszufüllen.

Der jährliche Variationsgang zeigt im allgemeinen Übereinstimmung mit jenem im Altrhein bei Roxheim und Neuhofen, natürlich mit entsprechenden lokalen Modifikationen. Auch hier kommt es zur Ausbildung der Tecta-, Hispida- und Irregularis-

Reihe, wie die nachfolgende Tabelle (Nr. X) zeigt. Auch hier haben wir, was die Größenverhältnisse anbelangt, die kräftigsten Formen in der kälteren Jahreszeit, wo das Größenmaximum auf den Februar fällt. Von diesem Monat an beobachten wir ein stetiges Sinken der Gesamtlänge, der Länge des Panzers und der des Hinterdorns sowie der Breite bis zum August, nach welchem Monat wieder eine Größenzunahme eintritt.

Tabelle X.

Jährlicher Variationsgang der einzelnen Formen von Anuraea cochlearis in einem Feldteich bei Bobenheim.

Monat	Allgemeine Charakteristik der Formen.
Januar	Kräftig areolierte langdornige Formen; der „Kreuzungspunkt" der Karinalplatten etwas verzogen.
Februar	Nach dem spärlichen Material (10 Exemplare) von 1900 wie Januar; Vorderdornen nur wenig gekrümmt.
März	Wie Januar; Hinterdorn ansehnlich, meist mehr oder weniger aufwärts gebogen.
April	Nur 10 Exemplare vom Jahre 1898 untersucht: diese mit mittellangem Hinterdorn; bei fast allen Exemplaren war der Panzer sehr hyalin.
Mai	Hinterdorn mittellang; keine Varietäten.
Juni	Neben grobareolierten Exemplaren mit mittellangem Hinterdorn werden nur die kurzdornigen häufiger. Alle Übergangsformen zu Var. irregularis häufig; keine Var. hispida beobachtet.
Juli	Von der Tecta-Reihe; typische, kurzdornige Exemplare sowie Var. tecta. Von der Hispida-Reihe einige Übergangs- und Endformen. Alle Glieder der Irregularis-Reihe mit Ausnahme der Forma ecaudata.
August	Tecta sehr häufig, kurzdornige Exemplare mehr einzeln. Var. irregularis nicht selten.
September	Tecta selten, dafür kurzdornige Formen häufiger. Hispida einzeln, Irregularis zahlreicher.
Oktober	Tecta sehr einzeln; meist Formen mit kurzem bis mittellangem Hinterdorn. Var. irregularis sehr einzeln; Übergangsformen der Hispida- und besonders bei Irregularis-Reihe einzeln.
November	Kräftige Formen mit mittellangem bis langem Hinterdorn. Var. tecta, hispida und irregularis völlig verschwunden.
Dezember	Wie November. Vorderdornen wenig gekrümmt, Rückenprofil sanft nach hinten abfallend.

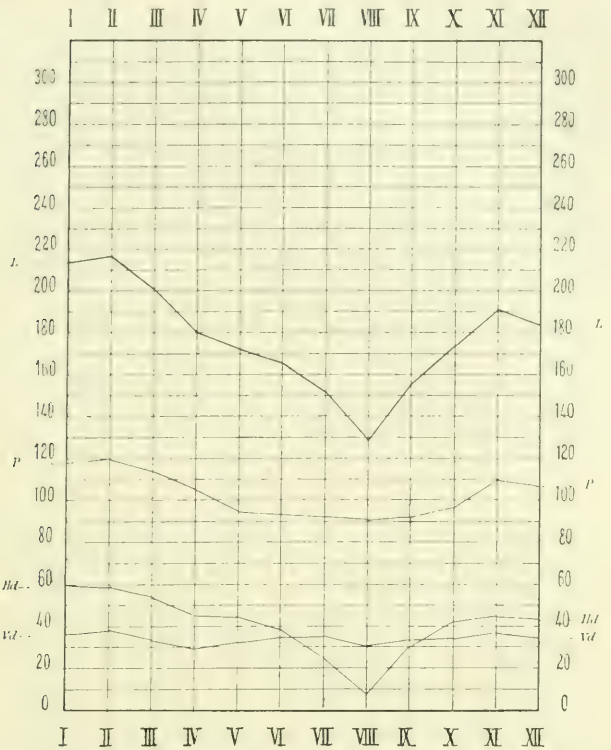
Über den Anteil der einzelnen Formen an dem monatlichen Gesamtvorkommen der Art dürfte Tabelle X einen ausreichenden Überblick gewähren. Tabelle XI sowie die dazu gehörige Kurventafel 6 zeigen uns in der bekannten Weise den Variationsgang der mittleren Größe. Tabelle XII und Kurventafel 7, ebenso denjenigen der monatlichen Maximal- und Minimalgröße.

Tabelle XI.

Monatliche Mittelwerte der Dimensionen des Panzers von Anuraea cochlearis in einem Feldteiche bei Bobenheim.

Zahl der gemessenen Individuen: 270 (25 pro Monat, Februar und April nur je 10!)
Alle Größen in μ.

Monat	Länge des mittleren Vorderdorns	Länge des eigentlichen Panzers	Länge des Hinterdorns	Gesamtlänge	Breite
Januar	36	118	60	214	65
Februar	38	120	59	217	67
März	34	114	53	201	65
April	29	105	46	180	61
Mai	32	95	45	172	59
Juni	34	93	39	166	62
Juli	35	92	25	152	62
August	30	91	8	129	59
September	33	92	30	155	58
Oktober	34	97	42	173	64
November	37	110	44	191	64
Dezember	34	107	43	184	63



Kurventafel 6: Kurven der monatlichen Mittelwerte des Panzers von Anuraea cochlearis in einem Feldteiche bei Bobenheim.

L = Gesamtlänge; P = Länge des eigentlichen Panzers; Hd = Hinterdorn; Vd = Vorderdorn.

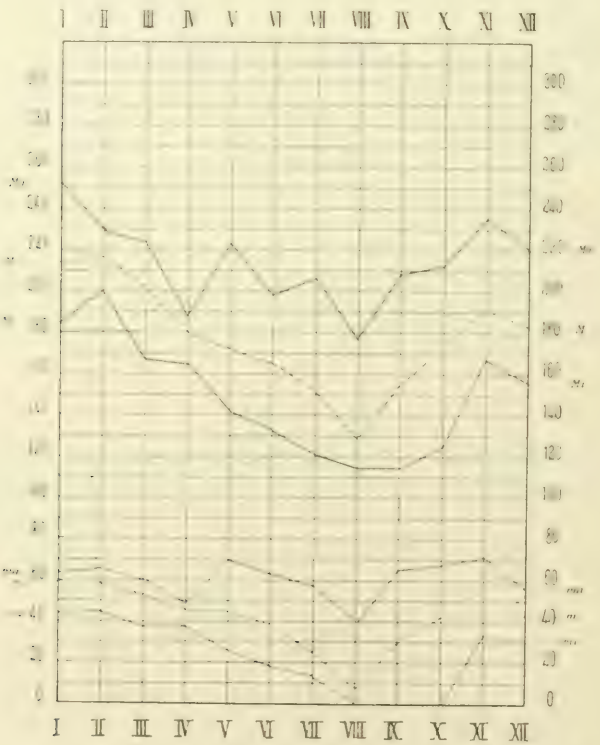
Tabelle XII.

Monatliche Maximal- und Minimalgrößen des Panzers von Anuraea cochlearis in einem Feldteiche bei Bobenheim.

Alle Größen in μ.

Monat	Größtes Individuum	Mittlere Gesamtlänge	Kleinstes Individuum	Differenz d. größten und kleinsten Individuums	Größte Länge des Hinterdorns	Mittlere Länge d. Hinterdorns	Kleinste Länge d. Hinterdorns	Differenz d. kleinsten u. größten Hinterdorns
Januar	**252**	214	**185**	67	64	60	43	21
Februar	**230**	217	**200**	30	65	59	45	20
März	**224**	201	**168**	56	60	53	38	22

Monat	Größtes Individuum	Mittlere Gesamtlänge	Kleinstes Individuum	Differenz d. größten und kleinsten Individuums	Größte Länge des Hinterdorns	Mittlere Länge d. Hinterdorns	Kleinste Länge d. Hinterdorns	Differenz d. kleinsten u. größten Hinterdorns
April	**188**	180	**165**	23	49	46	38	11
Mai	**223**	172	**142**	81	70	45	27	43
Juni	**198**	166	**134**	64	63	39	19	44
Juli	**206**	152	**121**	85	58	25	13	45
August	**177**	129	**115**	62	40	8	0	40
September	**209**	155	**115**	94	65	30	0	65
Oktober	**212**	173	**125**	87	68	42	0	68
November	**236**	191	**168**	68	72	44	33	39
Dezember	**221**	184	**157**	64	57	43	31	26



Kurventafel 7: Kurven der monatlichen Maximal-, Minimal- und Mittelwerte des Panzers von Anuraea cochlearis in einem Feldteiche bei Bobenheim.

Ma = Maximallänge; M = Mittelwerte; Mi = Minimallänge des Panzers; ma = Maximallänge; m = Mittelwert; mi = Minimallänge des Hinterdorns.

Spezielle Erläuterungen zu diesen Darstellungen dürften überflüssig sein. Nur für die Kurven der Maximal- und Minimalgröße sei darauf hingewiesen, wie verschieden sich beide verhalten: die erstere präsentiert sich recht ungleichmäßig, während die zweite einen der Kurve der Mittelwerte entsprechenden Verlauf zeigt. Die Unregelmäßigkeit im Verlauf der Kurven der Maximalgrößen kommt, wie ein Blick auf Tafel 7 Seite 558 (30) zeigt, in erster Linie dadurch zu stande, daß im April eine sehr scharfe Knickung nach unten eintritt. Es ist hierbei aber zu beachten, daß in dem genannten Monate überhaupt nur 10 Exemplare von Anuraea cochlearis gemessen werden konnten. Dieser Umstand ist auch schuld daran, daß die Variationsamplituden der Größe im April (ebenso wie im Februar, wo ebenfalls nur 10 Individuen aufgetrieben werden konnten) so überaus klein und von derjenigen der übrigen Monate so verschieden ist. Ähnliche Verhältnisse treffen wir auch bei den Kurven der Länge des Hinterdorns.

IV. Der jährliche Variationsgang von Anuraea cochlearis in Buchten des Rheins oberhalb Ludwigshafen.

a) Physische und biologische Charakteristik der Gewässer.

Durch die umfassende Korrektion des Oberrheins, vor allem durch Herstellung eines gleichmäßigen ca. 300 m breiten Strombettes sind eine ganze Anzahl früherer Ausbiegungen und Seitenarme des Stromes in mehr oder weniger stagnierende Altwasser umgewandelt worden. Dieselben unterscheiden sich von den ohne Zuthun des Menschen entstandenen breiten seeartigen Altrheinen bei Neuhofen und Roxheim vor allem dadurch, daß sie unmittelbar in den Strom einmünden und mit diesem steigen und fallen. Bei hohem Wasserstande des Rheins trüben sich ihre Fluten sehr beträchtlich durch die vom Strom mitgeführten erdigen Sedimente, welche beim Fallen des Wassers zu Boden sinken und diesen als sehr feiner gelb-grauer zäher Schlick bedecken. Durch oftmalige Wiederholung dieses Vorganges erhöht sich natürlich die Sohle dieser Rheinbuchten immer mehr; bei niederem Wasserstande liegt jetzt schon ein Teil von ihnen zeitweilig fast völlig trocken.

Es liegt auf der Hand, daß derartige Schwankungen bezüglich des Wasserstandes unmöglich ohne Einfluß auf die pelagische Fauna und Flora bleiben kann. Dieser Einfluß äußert sich aber weit weniger in der qualitativen Zusammensetzung des Planktons, welche in allen von mir untersuchten Rheinbuchten vom Charakter der oben skizzierten

auffallend gleichförmig ist, als in der quantitativen. In dieser Hinsicht nimmt das Plankton der Strombuchten etwa die Mitte ein zwischen dem der seeartigen großen Altwasser und dem des strömenden Wassers, welch letzteres man in den letzten Jahren als sog. „Potamoplankton" besonders zu bezeichnen für nötig befunden hat. Charakteristisch für das Plankton dieser Stromarme und offenen Strombuchten ist neben der Seltenheit der Cyanophyceen und grünen Algen vor allem das Vorkommen gewisser Diatomeen: Tabellaria fenestrata Kütz. var. asterionelloides Grun. sehr häufig, Cyclotella bodanica Eulenstein einzeln. Von Flagellaten kommen hier besonders vor: das große Dinobryon cylindricum Imh., Peridinium (Gonyaulax?) apiculatum Penard, von Rotatorien Synchaeta grandis Zach., S. stylata Wierz. — alles Arten, die ich während einer 12jähr. Untersuchungszeit niemals in den geschlossenen Altwassern zu Neuhofen und Roxheim angetroffen habe. Dagegen finden sich die aufgezählten Formen zu entsprechenden Zeiten auch im Plankton des Rheines vor und liefern einen weiteren Beweis für die von mir bereits 1893 ausgesprochene Ansicht, daß die planktonischen Organismen des fließenden Wassers aus den geschützten Strombuchten stammen und sich von hier aus immer wieder ergänzen.

b) Der jährliche Variationsgang von Anuraea cochlearis.

Soweit ich feststellen konnte, finden sich in den Strombuchten alle Glieder der Tecta-, Hispida- und Irregularis-Reihe vor; A. cochlearis leptacantha und A. cochlearis tecta forma maior wurden bis jetzt überhaupt nur hier (und zwar bei Altrip, südlich Ludwigshafen) nachgewiesen. A. cochlearis robusta fehlt, wie es scheint, völlig.

Wie überall, wo die drei genannten Reihen zur Ausprägung gelangen, läßt sich auch in den Strombuchten des Rheins die Abhängigkeit der einzelnen Formen von bestimmten Jahreszeiten nachweisen und zwar in ähnlicher Weise, wie wir sie bereits aus den früher behandelten Gewässern kennen. Statt einer ins einzelne gehenden Besprechung verweise ich auf die folgenden Tabellen und Kurventafeln

Tabelle XIII.

Jährlicher Variationsgang der einzelnen Formen von Anuraea cochlearis in Strombuchten des Rheins oberhalb Ludwigshafen.

Monat	Allgemeine Charakteristik der Formen.
Januar	—
Februar	Fast ausschließlich kräftige langdornige Formen der Tecta-Reihe.
März	Ähnlich wie Februar.
April	Formen mit wechselndem Hinterdorn, mittellange Exemplare häufiger. Bei einigen Exemplaren Panzer sehr hyalin, die Begrenzung der Platten sehr undeutlich (Übergänge zu leptacantha?) Einzelne A. cochlearis tecta f. minor.
Mai	Meist langdornige Formen. Die Anfangsglieder der Hispida- und Irregularis-Reihe.
Juni	Meist kleine und kurzdornige Formen; Tecta einzeln. Übergangsglieder zu Hispida und Irregularis.
Juli	Kurzdornige Formen und Tecta häufig, ebenso Hispida und Irregularis. Leptacantha nicht selten.
August	Tecta häufig, ebenso die kurzdornigen Formen der Tecta-Reihe. Irregularis häufig, Hispida selten.
September	Typus und kurzdornige Formen häufig, Tecta einzeln. Hispida und Irregularis und Zwischenglieder zu diesen Reihen häufig.
Oktober	Typische und kurzdornige Formen nicht selten; Tecta sehr einzeln. Langdornige Anfangsglieder der Hispida- und Irregularis-Reihe häufig.
November	Langdornige und typische Formen der Tecta-Reihe häufig. Nur einige langdornige Anfangsglieder der Hispida- und Irregularis-Reihe.
Dezember	Alles langdornige kräftige Formen.

Tabelle XIV.

Monatliche Mittelwerte der Dimensionen des Panzers von Anuraea cochlearis in Strombuchten des Rheins oberhalb Ludwigshafen.

Zahl der gemessenen Exemplare 227 (25 pro Monat; Januar fehlt; März 7, April—Mai 10.)

Alle Größen in μ.

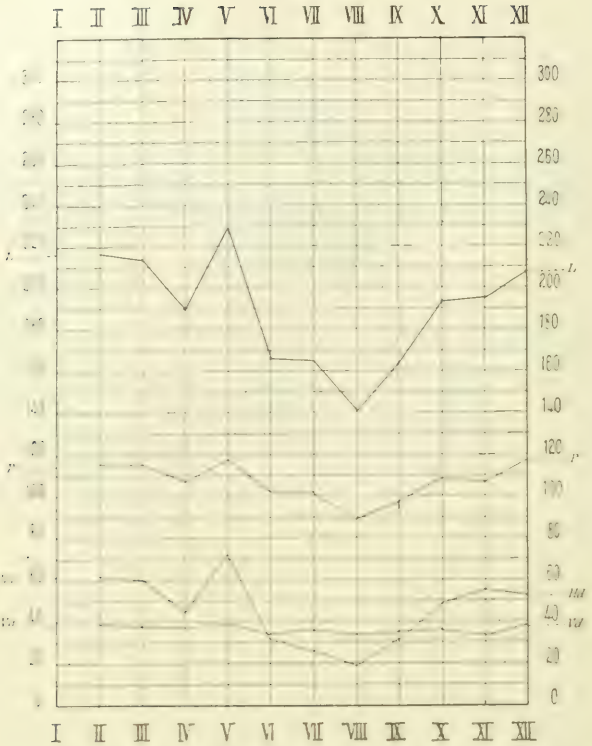
Monat	Länge des mittleren Vorderdorns	Länge des eigentlichen Panzers	Länge des Hinterdorns	Gesamtlänge	Breite
Januar	—	—	—	—	—
Februar	39	116	62	217	72
März	38	116	60	214	65
April	38	108	44	190	70
Mai	39	118	72	229	75
Juni	33	102	31	166	62
Juli	37	102	26	165	63
August	33	89	19	141	54
September	35	97	31	163	58
Oktober	36	109	49	194	63
November	33	107	55	195	64
Dezember	39	117	52	208	70

Tabelle XV.

Monatliche Maximal- und Minimalgrößen des Panzers von Anuraea cochlearis in Strombuchten des Rheins oberhalb Ludwigshafen.

Alle Größen in μ.

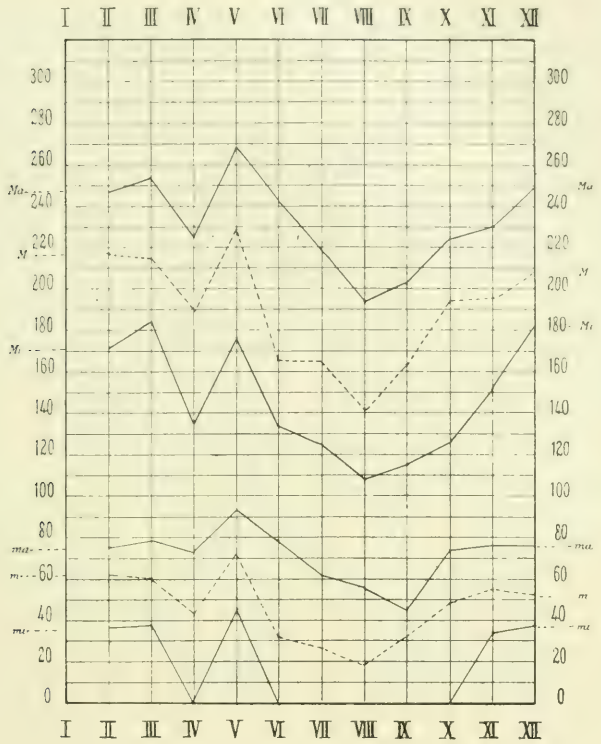
Monat	Größtes Individuum	Mittlere Gesamtlänge	Kleinstes Individuum	Differenz d. größten und kleinsten Individuums	Größte Länge des Hinterdorns	Mittlere Länge d. Hinterdorns	Kleinste Länge d. Hinterdorns	Differenz d. größten und kleinsten Individuums
Januar	—	—	—	—	—	—	—	—
Februar	**247**	217	**171**	76	76	62	36	40
März	**254**	214	**184**	70	79	60	38	41
April	**225**	190	**135**	90	72	44	0	72
Mai	**268**	229	**177**	91	93	72	46	47
Juni	**241**	166	**134**	107	79	31	0	79
Juli	**218**	165	**125**	93	61	26	0	61
August	**193**	141	**108**	85	56	19	0	56
September	**202**	163	**115**	87	45	31	0	45
Oktober	**224**	194	**126**	98	73	49	0	73
November	**230**	195	**151**	79	76	55	34	42
Dezember	**249**	208	**182**	67	76	52	38	38



Kurventafel 8: Kurven der monatlichen Mittelwerte der Dimensionen des Panzers von Anuraea cochlearis in Strombuchten des Rheins oberhalb Ludwigshafen.

L = Gesamtlänge des Panzers; P = Länge des eigentlichen Panzers; IId = Länge des Hinterdorns; Vd = Länge des medianen Vorderdorns.

Nur auf eine anscheinende Unregelmäßigkeit sei aufmerksam gemacht. Es fällt vielleicht auf, daß in den Kurventafeln die Kurve der mittleren Gesamtlänge sowie diejenige Maxima und Minima eigentlich erst vom Mai ab den gewohnten normalen Verlauf erkennen lassen, in den vorausgehenden Monaten März—April dagegen durch eine starke Senkung im April unregelmäßig verlaufen. Es rührt dies sicherlich wohl nur daher, daß ich in den genannten Monaten nur sehr wenige Individuen zur Messung heranziehen konnte (März: 7, April: 10, Mai: 10) und daß weiterhin dieses spärliche Material aus sehr verschiedenen Jahrgängen stammte. Trotz alledem zeigt aber auch hier die Variationsamplitude der Größe überall ziemlich annähernd denselben Betrag, was sich in dem gleichgerichteten Verlauf der Maximal- und Minimalkurven ausspricht.



Kurventafel 9: Kurven der monatlichen Maximal-, Minimal- und Mittelwerte der Dimensionen des Panzers von Anuraea cochlearis in Strombuchten des Rheins oberhalb Ludwigshafen.

Ma = Maximalgröße; M = Mittelwerte; Mi = Minimalgröße des Panzers; ma = Maximalgröße; m = Mittelwert; mi = Minimalgröße des Hinterdorns.

V. Der jährliche Variationsgang von Anuraea cochlearis in einem Teiche bei Maudach.

a) Physische und biologische Charakteristik des Gewässers.

Unmittelbar bei dem Dorfe Maudach (etwa 5 km westlich von Ludwigshafen a. Rhein) liegt in einem weiten Sumpfgelände, dem Bette eines ehemaligen großen Altwasser des Rheins, ein schon seit langer Zeit künstlich ausgehobener Teich von etwa 100 Schritte Länge und 20 Schritte Breite, dessen Mitte eine langgestreckte Insel einnimmt. Das Plankton dieses Wasserbeckens unterscheidet sich nicht nur durch seine Zusammensetzung, sondern auch durch seinen enormen

Reichtum an Arten und ganz besonders an Individuen sehr bedeutend von demjenigen der benachbarten Torfgruben. Während die letzteren — jetzt meist mehr oder weniger verrohrt — die charakteristischen Bewohner klarer vegetationsreicher Gewässer aufweisen, zeichnet sich der erstgenannte Teich, der dem Dorfe am nächsten liegt, durch das massenhafte Auftreten von eine „Wasserblüte" bildenden Algen aus, die namentlich in der wärmeren Jahreszeit den Teich in einer auch dem Laien auffallenden Weise spangrün färben. Diese „Wasserblüte" wird hervorgerufen sowohl durch Cyanophyceen (Clathrocystis, Sphaerozyga, Anabaena) als auch in ganz hervorragendem Maße durch Chlorophyceen, besonders Scenedesmus (Sc. quadricauda, opoliensis); auch Pediastrum (pertusum, Boryanum) ist stets sehr häufig. Diesen dominierenden Arten schließen sich als charakteristische Formen an: von Diatomeen, Stephanodiscus Hantzschianus Grun. var. pusilla; von Grünalgen: Golenkinia botryoides Schmidle; von Flagellaten Trachelomonas, Cryptomonas, Peridinium palatinum Lauterborn alle in Massenentwickelung. Durch letztere fallen auch gewisse Rotatorien auf, vor allem Brachionus angularis Gosse, Br. pala Ehrb., Triarthra longiseta Ehrb., Trianthra breviseta; Rhinops vitrea Hudson habe ich bisher überhaupt nur hier gefunden. Von Crustaceen dominiert weitaus Bosmina cornuta Jur.

b) Der jährliche Variationsgang von Anuraea cochlearis.

Anuraea cochlearis gehört, wie zu vermuten, in dem Teiche zu den häufigsten Rädertieren. Aber nur Anuraea cochlearis robusta kommt hier vor; in den 12 Jahren, in denen ich den Teich unter Kontrolle habe, kam mir niemals auch nur eine einzige Hispida oder Irregularis zu Gesicht.

Verfolgen wir nun die Größendimensionen der Robusta-Individuen im Kreislauf des Jahres, so ergiebt sich zunächst die Thatsache, daß sich die mittlere Gesamtlänge des Tieres während des ganzen Jahres auffallend konstant erhält: in 9 Monaten des Jahres bewegt sie sich zwischen 190 μ und 215 μ, in den 3 übrigen Monaten sinkt sie etwas unter diese Werte, aber höchstens bis 168 μ. Ähnlich verhalten sich die Mittelwerte des Vorderdorns, des eigentlichen Panzers und des Hinterdorns; bei letzterem variieren die Maße in 9 Monaten des Jahres nur zwischen 40 μ und 50 μ. Es fehlt also hier die auffallende Größenreduktion mit Beginn der wärmeren

Jahreszeit, wie sie uns an den vier bisher behandelten Gewässern so übereinstimmend entgegentrat.

Tabelle XVI.

Monatliche Mittelwerte der Dimensionen des Panzers von Anuraea cochlearis in einem Teiche bei Maudach.

Zahl der gemessenen Individuen: 300 (25 pro Monat). Alle Größen in μ.

Monat	Länge des mittleren Vorderdorns	Länge des eigentlichen Panzers	Länge des Hinterdorns	Gesamtlänge	Breite
Januar	35	116	49	200	68
Februar	29	102	37	168	66
März	32	113	43	188	72
April	37	125	53	215	73
Mai	38	111	46	195	72
Juni	38	107	41	186	68
Juli	43	114	50	207	73
August	42	112	42	196	72
September	44	121	46	211	78
Oktober	40	108	42	190	68
November	36	117	42	195	71
Dezember	34	122	39	195	70

Tabelle XVII.

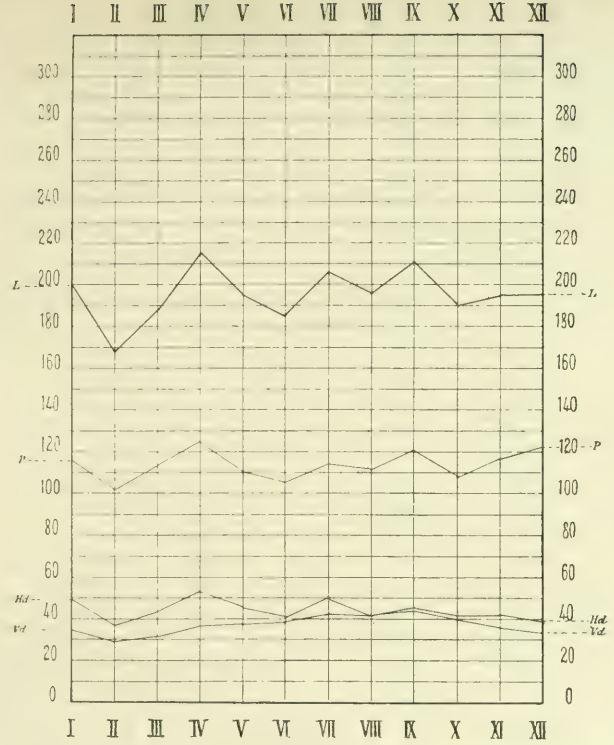
Monatliche Maximal- und Minimalgrößen des Panzers von Anmaea cochlearis in einem Teiche bei Maudach.

Alle Größen in μ.

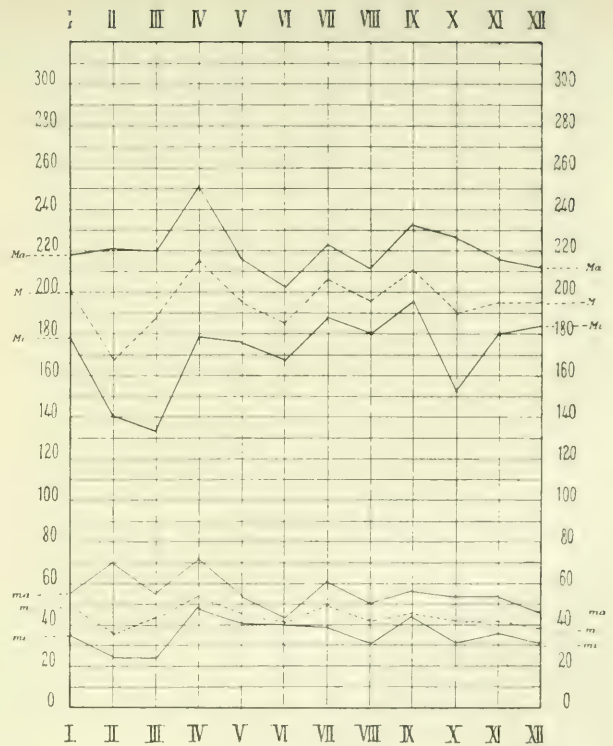
Monat	Größtes Individuum	Mittlere Gesamtlänge	Kleinstes Individuum	Differenz d. größten und kleinsten Individuums	Größte Länge des Hinterdorns	Mittlere Länge d. Hinterdorns	Kleinste Länge d. Hinterdorns	Differenz d. größten und kleinsten Individuums
Januar	**218**	200	**178**	40	56	49	36	20
Februar	**221**	168	**140**	81	70	37	25	25
März	**220**	188	**133**	87	56	43	23	33
April	**252**	215	**179**	73	72	53	49	23
Mai	**216**	195	**176**	40	54	46	41	13
Juni	**203**	186	**168**	35	43	41	40	3
Juli	**223**	207	**188**	35	61	50	39	22
August	**212**	196	**180**	32	50	42	31	19
September	**233**	211	**195**	38	56	46	45	11
Oktober	**227**	190	**152**	75	54	42	31	23
November	**216**	195	**180**	36	54	42	36	18
Dezember	**212**	195	**184**	28	46	39	31	15

Auch in den Kurventafeln tritt das Fehlen einer Größenreduktion auffallend hervor: Die Kurve verläuft unter ganz unregelmäßigen Knickungen mehr oder weniger horizontal. Auch die Kurven der jeweils größten und kleinsten Individuen folgen, von einigen Unregelmäßigkeiten im Februar—April und im Oktober abgesehen, dieser Regel[1]: es verlaufen in den 5 Monaten Mai—September die Maximal-

[1]) Man muß sich hierbei immer wieder vergegenwärtigen, daß die Maximal- und Minimalkurven nur nach jeweils einem einzigen Individuum pro Monat konstruiert sind, während den Mittelwerten je 25 Individuen pro Monat zu grunde liegen.



Kurventafel 10:
Kurven der monatlichen Mittelwerte der Dimensionen des Panzers von Anuraea cochlearis in einem Teiche bei Maudach.
L = Gesamtlänge; P = Länge des eigentlichen Panzers; Hd = Länge des Hinterdorns; Vd = Länge der medianen Vorderdornen.



Kurventafel 11:
Kurven der monatlichen Maximal-, Minimal- und Mittelwerte der Dimensionen des Panzers von Anuraea cochlearis in einem Teiche bei Maudach.
Ma = Maximalgröße; M = Mittelwert; Mi = Minimalgröße des Panzers; ma = Maximalgröße; m = Mittelwert; mi = Minimalgröße des Hinterdorns.

und Minimalkurven nicht nur unter sich, sondern auch der fast mathematisch genau in ihrer Mitte dahinziehenden Kurve der Mittelwerte parallel. Die Größendifferenz des jeweils größten und kleinsten Individuums schwankt in den genannten Monaten nur zwischen 32 μ und 40 μ!

Wie man sieht, zeigen die Kurventafeln ein wesentlich anderes Bild als diejenigen im Altrhein Neuhofen etc. Zu demselben Resultat gelangen wir, wenn wir dem prozentualen Anteil der einzelnen Größenklassen am jährlichen Variationsgang in tabellarischer Form zusammenstellen. Wir erhalten dann folgendes Bild (S. 571 [43]):

Was hier sofort auffällt, ist der Umstand, daß die von früher her gewohnte allmähliche Verschiebung der Größenklassen nach rechts mit Beginn der wärmeren Jahreszeit und deren rückläufige Bewegung im Herbst völlig fehlt. Das ganze Jahr hindurch dauert ein Stamm von 190—209 μ großen Individuen aus, von denen sich selbst die extremsten Größenvariationen nie weit entfernen. Nicht weniger als 7 Monate des Jahres besetzt der größte Prozentsatz der jeweils monatlich gemessenen Individuen die Größenklassen 209—190 μ; in 4 weiteren fällt derselbe in die sich zunächst anschließenden Größenklassen (180—189 μ; 210—219 μ).

Schließlich sei noch darauf hingewiesen, daß in einer Anzahl von Monaten auch hier die jeweils vertretenen Prozentzahlen *Quetelet*'sche Reihen bilden, besonders schön im Juni und Juli. Wären statt der nur geringen Zahl der pro Monat gemessenen Exemplare (nur je 25!) die zehnfache Zahl derselben gemessen worden, so würden diese Reihen sicher noch öfter und deutlicher hervortreten.

VI. Der jährliche Variationsgang von Anuraea cochlearis in einem Torfteiche bei Neuhofen.

a) Physische und biologische Charakteristik des Gewässers.

Westlich von dem Dorfe Neuhofen, etwa 4—5 km von dem jetzigen Lauf des Rheines und etwa 2 km von dem Altrhein entfernt, dehnt sich weithin eine sumpfige Niederung aus. Ehedem ebenfalls eine der gewaltigen Serpentinen des Rheins, wie sie für dessen Lauf zwischen Lauterburg und Worms charakteristisch sind, wurde dieselbe bei der in unserer Gegend besonders gut zu verfolgenden fortschreitenden Ausbiegung des Stromlaufes nach Osten (Bärsches Gesetz!)[1] nach und nach aus dem eigentlichen Stromlauf ausgeschaltet

[1] Damit steht wohl auch im Zusammenhang, daß die einzigen größeren seeartigen Altwasser des Oberrheins (Neuhofen und Roxheim) auf dem linken Ufer liegen.

Tabelle XVIII.

Prozentualer Anteil der einzelnen Größenklassen am jährlichen Variationsgang der Gesamtart Anuraea cochlearis Gosse in einem Teiche bei Maudach.

Zahl der gemessenen Individuum: 300 (25 pro Monat). Alle Größen in μ.

Monat	289 — 280 μ	279 — 270 μ	269 — 260 μ	259 — 250 μ	249 — 240 μ	239 — 230 μ	229 — 220 μ	219 — 210 μ	209 — 200 μ	199 — 190 μ	189 — 180 μ	179 — 170 μ	169 — 160 μ	159 — 150 μ	149 — 140 μ	139 — 130 μ	129 — 120 μ	119 — 110 μ	109 — 100 μ	99 — 90 μ
Januar	—	—	—	—	—	—	—	24%	**36%**	20%	12%	8%	—	—	—	—	—	—	—	—
Februar	—	—	—	—	—	—	4%	—	12%	12%	4%	8%	8%	20%	**32%**	—	—	—	—	—
März	—	—	—	—	—	—	4%	8%	**28%**	**28%**	4%	4%	12%	—	8%	4%	—	—	—	—
April	—	—	—	4%	4%	8%	16%	**32%**	28%	4%	—	4%	—	—	—	—	—	—	—	—
Mai	—	—	—	—	—	—	—	4%	**40%**	32%	16%	8%	—	—	—	—	—	—	—	—
Juni	—	—	—	—	—	—	—	—	4%	24%	**40%**	28%	4%	—	—	—	—	—	—	—
Juli	—	—	—	—	—	—	12%	28%	**32%**	20%	8%	—	—	—	—	—	—	—	—	—
August	—	—	—	—	—	—	—	4%	28%	**40%**	28%	—	—	—	—	—	—	—	—	—
September	—	—	—	—	—	4%	16%	**36%**	28%	16%	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Oktober	—	—	—	—	—	—	4%	12%	**28%**	**28%**	—	—	4%	24%	—	—	—	—	—	—
November	—	—	—	—	—	—	—	8%	24%	32%	**36%**	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Dezember	—	—	—	—	—	—	—	8%	8%	**64%**	20%	—	—	—	—	—	—	—	—	—

und in ein riesiges hufeisenförmig gekrümmtes Altwasser verwandelt, das nach und nach immer mehr verlandete. Gegenwärtig ist das Gebiet ein weites sumpfiges von Erlen- und Weidengehölzen unterbrochenes Wiesenmoor, in dessen schwarzem fettem Boden zahlreiche mehr oder weniger alte, zum Teil wieder völlig überwachsene Torfgruben eingesenkt sind.

Das Plankton der größten dieser Torfgruben — jetzt ein mit bräunlichem Wasser erfüllter Teich von etwa 100 Schritt Länge und 60 Schritt Breite, in dem an vielen Stellen Nymphaeen, Ceratophyllum und Myriophyllum-Büsche, Potamogeton etc. üppig vegetieren — zeigt die charakteristischen Vertreter des Teichplanktons in großer Individuenzahl, vor allem natürlich die Rotatorien, von denen zahlreiche sonst hyaline Arten wohl durch die im Wasser gelöste Humusstoffe, diffus gelblich gefärbt erscheinen. Von Protozoen tritt Dinobryon divergens zu Zeiten massenhaft auf, Diatomeen sind selten, und die eine Wasserblüte bildenden Cyanophyceen und Chlorophyceen fehlen so gut wie völlig.

b) Jährlicher Variationsgang von Anuraea cochlearis.

Bietet somit das Plankton des Torfteiches bei Neuhofen seine allgemeine Physiognomie sowohl als seine Zusammensetzung, eine in die Augen fallende Verschiedenheit von demjenigen des Teiches bei Maudach dar, so zeigt im Gegensatz dazu Anuraea cochlearis in der Ausprägung seiner morphologischen Charaktere und in seinem jährlichen Variationsgang eine sehr weitgehende Übereinstimmung. Da wie dort findet sich nur Robusta vertreten, die im Lauf des Jahres unregelmäßigen Schwankungen ihrer Größe unterworfen ist; Tecta, Hispida, Irregularis fehlen völlig.

Charakteristisch für die Anuraea cochlearis-Individuen des Torfteiches ist deren stattliche Größe; zu ihnen gehört auch das größte Individuum der Art überhaupt, welches mir aus der Rheinebene bekannt wurde (Gesamtlänge 282 μ, Hinderdorn 106 μ). Sie übertreffen in allen Dimensionen ihres Panzers sowie in ihrer mittleren Gesamtlänge ihre Artgenossen bei Maudach: hält sich doch die mittlere Gesamtlänge bei ihnen in 10 Monaten des Jahres über 200 μ (im September 199, im Juli, der jedenfalls nur zufällig aus dem Rahmen fällt, nur 160 μ), während wir in Maudach die entsprechenden Werte sich nur in 4 Monaten über 200 μ erheben sehen.

Näheren Aufschluß über diese Verhältnisse geben die folgenden Tabellen und Kurventafeln, auf die ich verweise.

Tabelle XIX.

Monatliche Mittelwerte der Dimensionen des Panzers von Anuraea cochlearis in einem Torfteich bei Neuhofen.

Zahl der gemessenen Individuen 245 (25 pro Monat, Februar nur 5, Oktober, November je 15, Dez. 10). Alle Größen in μ.

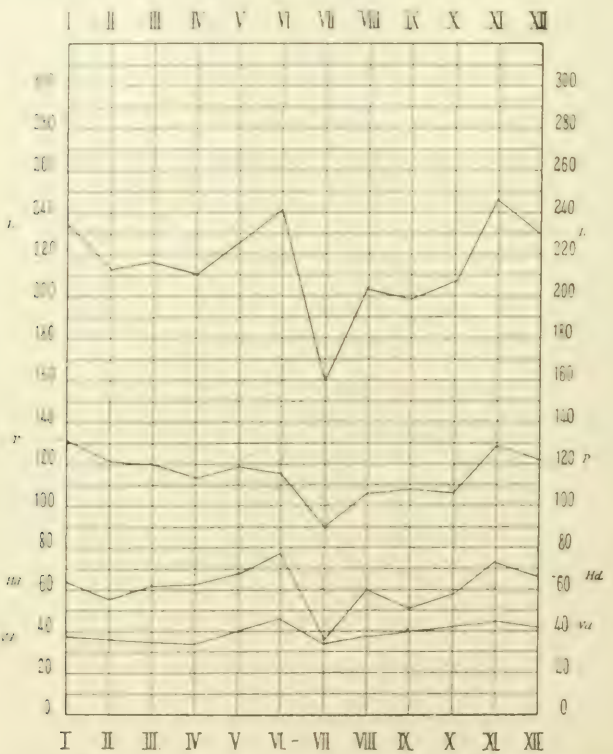
Monat	Länge des mittleren Vorderdorns	Länge des eigentlichen Panzers	Länge des Hinterdorns	Gesamtlänge	Breite
Januar	38	131	64	233	77
Februar	36	121	56	213	70
März	35	120	61	216	69
April	34	114	62	210	70
Mai	40	119	68	227	74
Juni	47	116	78	241	77
Juli	34	90	36	160	58
August	38	106	60	204	65
September	40	108	51	199	71
Oktober	42	107	58	207	72
November	44	129	73	247	79
Dezember	41	121	68	230	74

Tabelle XX.

Monatliche Maximal- und Minimalgrößen des Panzers von Anuraea cochlearis in einem Torfteich bei Neuhofen.

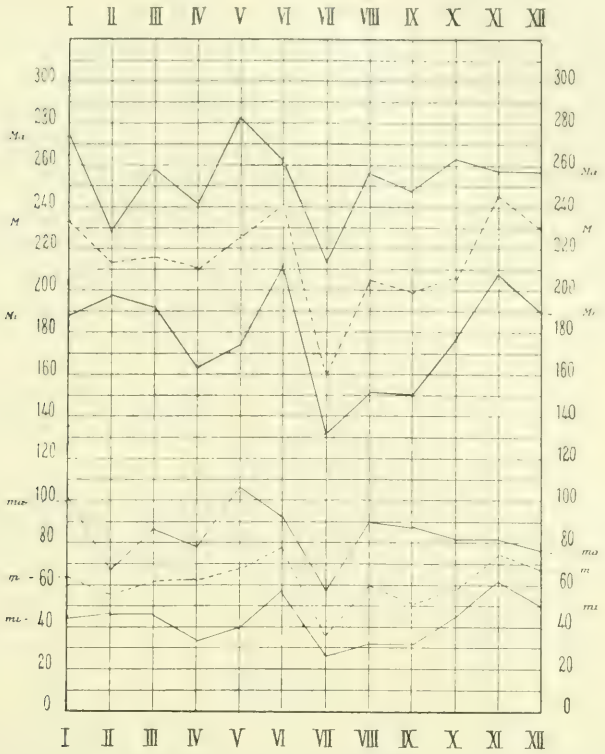
Monat	Größtes Individuum	Mittlere Gesamtlänge	Kleinstes Individuum	Differenz d. größten und kleinsten Individuums	Größte Länge des Hinterdorns	Mittlere Länge d. Hinterdorns	Kleinste Länge d. Hinterdorns	Differenz d. größten und kleinsten Hinterdorns
Januar	**274**	233	**189**	85	90	64	45	45
Februar	**229**	213	**198**	31	68	56	47	21
März	**259**	216	**192**	67	87	61	47	40
April	**241**	210	**163**	78	79	62	33	46
Mai	**282**	227	**173**	109	**106**	68	40	66

Monat	Größtes Individuum	Mittlere Gesamtlänge	Kleinstes Individuum	Differenz d. größten und kleinsten Individuums	Größte Länge des Hinterdorns	Mittlere Länge d. Hinterdorns	Kleinste Länge d. Hinterdorns	Differenz d. größten und kleinsten Hinterdorns
Juni	**261**	241	**211**	50	92	78	58	34
Juli	**213**	160	**131**	82	58	36	27	31
August	**257**	204	**151**	106	90	60	31	59
September	**248**	199	**150**	98	88	51	31	57
Oktober	**263**	207	**177**	86	81	58	46	35
November	**257**	247	**208**	49	81	73	61	20
Dezember	**257**	230	**190**	67	77	68	50	27



Kurventafel 12: Kurven der monatlichen Mittelwerte der Dimensionen des Panzers von Anuraea cochlearis in einem Torfteiche bei Neuhofen.

L = Gesamtlänge; P = Länge des eigentlichen Panzers; Hd = Länge des Hinterdorns; Vd = Länge der medianen Vorderdornen.



Kurventafel 13: Kurven der monatlichen Maximal-, Minimal- und Mittelwerte der Dimensionen des Panzers von Anuraea cochlearis in einem Torfteich bei Neuhofen.

Ma = Maximalgröße; M = Mittelwert; Mi = Minimalgröße des Panzers; ma = Maximalgröße; m = Mittelgröße; mi = Minimalgröße des Hinterdorns.

VII. Der jährliche Variationsgang von Anuraea cochlearis in Lehmgruben bei Ludwigshafen.

a) Physische und biologische Charakteristik des Gewässers.

Wie die eben behandelten Torfteiche von Neuhofen liegen auch die jetzt zu besprechenden Lehmgruben westlich von Ludwigshafen in dem Bette eines ehemaligen Altwassers des Rheins, dessen lettiger Untergrund seit etwa 3 Decennien von einigen Ziegeleien in großem Umfange abgebaut wird. Durch das Ausschachten der Erde ist ein Komplex von größeren und kleineren Teichen entstanden, welche je nach der Zeit, wo sie entstanden, alle Übergänge von vegetationslosen Becken mit nacktem Boden und Ufer bis zu dicht verrohrten Tümpeln mit klarem Wasser und reichem Pflanzenwuchs zeigen.

Meine Planktonfänge erstreckten sich vorherrschend auf den größten dieser Teiche, dessen Ränder mit Phragmites, Scirpus, Sparaganium, Ranunculus lingua, Alisma plantago bewachsen sind, während im Wasser zahlreiche Büsche von Utricularia vulgaris, Batrachium divaricatum, Hottonia palustris, Potamageton lucens sowie Nymphaea und Nuphar das freie Wasser mehr und mehr einengen. Das Plankton ist sehr reich an Arten und Individuen, besonders hinsichtlich der Flagellaten und Rotatorien: in der kälteren Jahreszeit ist Dinobryon, Synura, Uroglena, in der wärmeren Ceratium hirundinella zur Massenentwickelung geneigt.

b) Jährlicher Variationsgang von Anuraea cochlearis.

Auch in diesen Lehmgruben findet sich Anuraea cochlearis das ganze Jahr nur als Var. robusta vor. Die Variationskurven der Panzerdimensionen zeigen einen unregelmäßigen von der Jahreszeit ganz unabhängigen Verlauf, analog dem aus dem Teiche bei Maudach und den Torfgruben bei Neuhofen. Eine vergleichende Gegenüberstellung der folgenden Tabellen und Kurventafeln wird dies ohne weiteres darthun.

Tabelle XXI.

Monatliche Mittelwerte der Dimensionen des Panzers von Anuraea cochlearis in Lehmgruben bei Ludwigshafen a. Rh.

Zahl der gemessenen Individuen 300 (25 pro Monat). Alle Größen in μ.

Monat	Länge des mittleren Vorderdorns	Länge des eigentlichen Panzers	Länge des Hinterdorns	Gesamtlänge	Breite
Januar	36	118	26	216	68
Februar	35	116	52	203	70
März	36	116	52	204	66
April	38	98	62	198	64
Mai	46	116	71	233	72
Juni	43	109	64	216	71
Juli	48	117	78	243	72

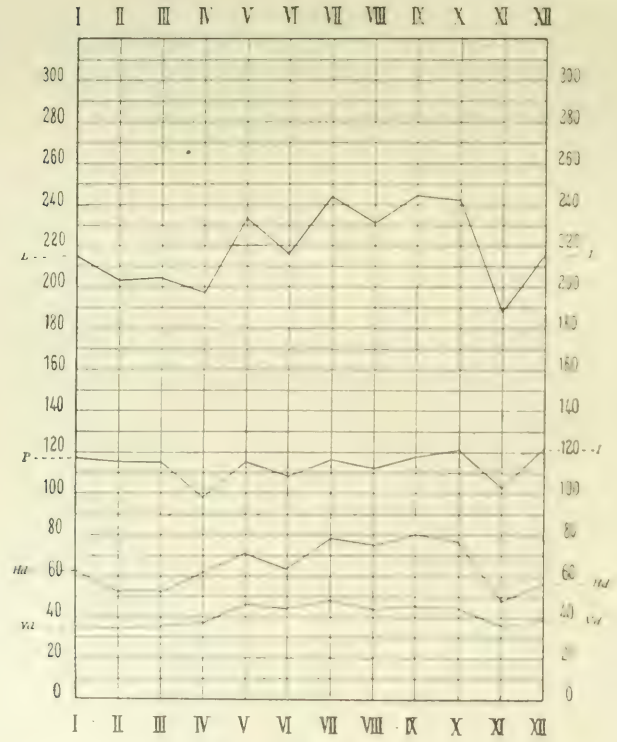
Monat	Länge des mittleren Vorderdorns	Länge des eigentlichen Panzers	Länge des Hinterdorns	Gesamtlänge	Breite
August	44	112	75	231	70
September	46	118	80	244	72
Oktober	44	121	77	242	73
November	37	103	48	188	65
Dezember	38	121	56	215	70

Tabelle XXII

der monatlichen Maximal- und Minimalgrößen des Panzers von Anuraea cochlearis in Lehmgruben bei Ludwigshafen a. Rh.

Alle Größen in μ.

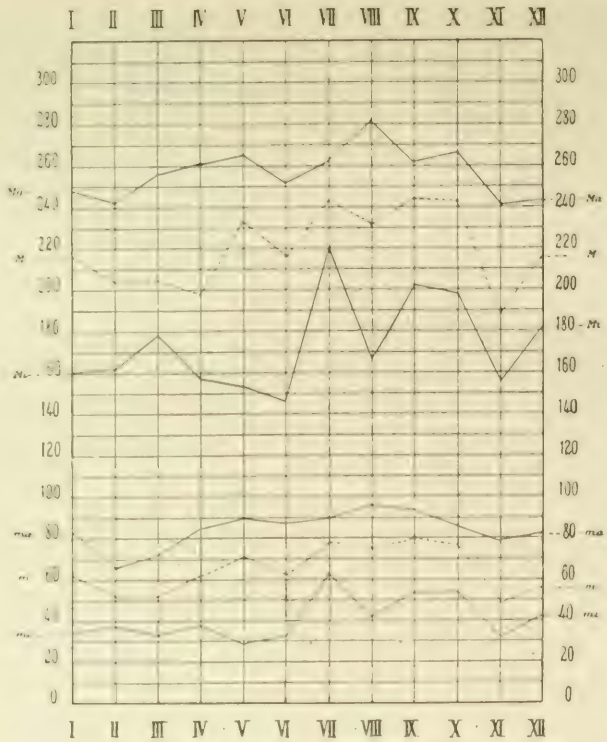
Monat	Größtes Individuum	Mittlere Gesamtlänge	Kleinstes Individuum	Differenz d. größten und kleinsten Individuums	Größte Länge des Hinterdorns	Mittlere Länge d. Hinterdorns	Kleinste Länge d. Hinterdorns	Differenz d. kleinsten u. größten Hinterdorns
Januar	**248**	216	**160**	88	83	62	34	49
Februar	**242**	203	**161**	81	67	52	38	29
März	**257**	204	**178**	79	72	52	32	40
April	**261**	198	**158**	103	85	62	38	47
Mai	**265**	233	**153**	112	90	71	29	61
Juni	**252**	216	**147**	105	88	64	32	56
Juli	**262**	243	**220**	72	90	78	63	27
August	**282**	231	**165**	117	97	75	41	56
September	**262**	244	**202**	60	94	80	54	40
Oktober	**266**	242	**198**	68	86	77	54	32
November	**241**	188	**156**	85	79	48	32	47
Dezember	**243**	215	**181**	62	81	56	41	40



Kurventafel 14:

Kurven der monatlichen Mittelwerte der Dimensionen des Panzers von Anuraea cochlearis in Lehmgruben bei Ludwigshafen a. Rh.

L = Gesamtlänge; P = Länge des eigentlichen Panzers; Hd = Länge des Hinterdorns; Vd = Länge der medianen Vorderdornen.



Kurventafel 15:

Kurven der monatlichen Maximal-, Minimal- und Mittelwerte der Dimensionen des Panzers von Anuraea cochlearis in Lehmgruben bei Ludwigshafen.

Ma = Maximalgröße; M = Mittelwert; M = Minimalgröße des Panzers; ma = Maximalgröße; m = Mittelwert; mi = Min.-Größe d. Hinterdorns.

Cyklische Variation von Anuraea cochlearis in anderen Gewässern des Oberrheingebietes.

Obwohl die auf den vorhergehenden Seiten eingehender behandelten 7 Gewässer in Bezug auf Größe, Tiefe, Bodengestaltung, Vegetation etc. unter sich mannigfache Unterschiede aufweisen, so besitzen sie doch alle das Gemeinsame, daß sie durchweg auf einen relativ kleinen Flächenraum der Pfälzer Rheinebene zusammengedrängt liegen[1]). Um nun festzustellen, inwieweit die hier gewonnenen Resultate eine allgemeinere Bedeutung beanspruchen können, ergab sich die Notwendigkeit, eine Reihe weiterer Gewässer mit anderen Existenzbedingungen auf die Variationen von Anuraea cochlearis zu prüfen. Dazu bot zunächst ein sehr reiches Material an konserviertem Plankton, das ich seit 1891 im Gebiete des Oberrheins gesammelt hatte, mannigfache Gelegenheit; in der Rheinpfalz war es mir durch die von seiten der kgl. bayer. Akademie der Wissenschaften zu teil gewordene liberale Unterstützung meiner faunistischen Studien ermöglicht, eine Anzahl von Gewässern des Pfälzerwaldes zu verschiedenen Jahreszeiten zu besuchen, wodurch auch der Einblick in den jährlichen Variationsgang von Anuraea cochlearis nach mancher Richtung hin vertieft werden konnte.

In folgendem gebe ich einen summarischen Überblick über die gewonnenen Resultate, wobei ich mich überall da, wo es sich nicht um einigermaßen kontinuierliche, sich über mehrere Monate erstreckende Beobachtungen, sondern mehr um Stichproben handelt, möglichst kurz fassen werde.

VIII. Lauf des Oberrheins.

Auf der ganzen Strecke des deutschen Oberrheins von Istein (bei Basel) bis in die Gegend von Mainz hin war in allen von mir untersuchten Altwassern und Strombuchten Anuraea cochlearis durch die Glieder der Tecta-, Hispida- und Irregularis-Reihe vertreten. Das zeitliche Vorkommen der einzelnen Formen zeigte, soweit Beobachtungen aus verschiedenen Monaten vorliegen, überall dieselbe Abhängigkeit von bestimmten Jahreszeiten, wie wir sie im Altrhein bei Neuhofen etc. konstatieren konnten[2]).

[1]) Die beiden am weitesten von einander entfernten Gewässer — der Altrhein bei Roxheim und die Torfgruben von Neuhofen — liegen in der Luftlinie nur etwa 20 km auseinander.

[2]) Auch im Rhein in Holland fand ich Juli 1901 irregularis, hispida, tecta sehr zahlreich, auch in den verschmutzten Grachten der Städte, woselbst sogar Attheya häufig vorkam!

IX. Bodensee [1]).

Da selbst die größten Gewässer meines speziellen Untersuchungsgebietes, die Altrheine von Neuhofen und Roxheim, in physischer und biologischer Hinsicht kaum etwas anderes sind als große Teiche, war es mir von besonderem Interesse, auch einmal die Formen von Anuraea cochlearis kennen zu lernen, welche in einem tiefen Binnensee zur Ausprägung gelangen. Zu derartigen Studien schien mir kein Gewässer geeigneter als der Bodensee, zumal derselbe ja vom Rhein durchströmt wird, so daß direkte Vergleichungen der „Seeformen" von Anuraea cochlearis mit jenen der Altwasser des Stromes ermöglicht wurden.

Gleich bei meinen ersten Untersuchungen im Jahre 1899 zeigte es sich, daß es nötig ist, das Plankton des Obersees und des Untersees gesondert zu betrachten. Denn obgleich beide Gewässer bei Konstanz in direkter Verbindung miteinander stehen und der Rhein fortwährend große Wassermassen mit den in ihnen schwebenden Organismen aus dem Obersee in den Untersee führt, weist doch das Plankton beider Becken beträchtliche Verschiedenheiten in Bezug auf Masse und Zusammensetzung, ja selbst in der Ausprägung besonderer Varietäten bei gemeinsamen Arten auf.

In dem weithin sich dehnenden bis 252 m tiefen Obersee ist das Plankton quantitativ viel geringer als in dem kleinen seichteren Untersee [2]). Charakteristisch für den Obersee ist die Massenentwickelung gewisser Diatomeen, speziell von Angehörigen der Gattung Cyclotella (C. bodanica, C. socialis Schütt). Von Protozoen ist Ceratium hirundinella hervorzuheben, welches hier in einer auffallend plumpen breiten Form mit kurzen Hörnern zur Ausbildung gelangt. Von Rotatorien fand ich außer den drei schon von *Hofer* erwähnten Arten Notholca longispina, Asplanchna priodonta und Conochilus Volvox (wohl unicornis Rousselet!), im Sommer noch Floscularia spec., Synchaeta pectinata, S. tremula, Polyarthra platyptera, Gastroschiza flexilis, Anapus

[1]) Über die allgemeinen biolologischen Verhältnisse vergleiche: *Schröder* und *Kirchner*: Die Vegetation des Bodensees, Lindau 1896—1902. — *Hofer*: Die Verbreitung der Tierwelt im Bodensee, Lindau 1896.

[2]) Ich spreche hier in erster Linie von dem „Mikroplankton", den Algen, Diatomeen, Protozoen und Rotatorien. Zum Fange der größeren Crustaceen (Heterocope, Leptodora, Bythotrephes) war mein sehr engmaschiges Planktonnetz wenig geeignet; dafür erbeutete ich aber auch mit ihm eine ganze Anzahl kleiner Planktonorganismen, die *Hofer* wegen Anwendung eines viel weitmaschigeren Netzes (Müllergaze Nr. 12!) entgehen mußten.

ovalis sowie Anuraea cochlearis. Dieses „Oberseeplankton“ mit seinen charakteristischen Formen, vor allem den Cyclotellen und Ceratium läßt sich ziemlich rein und ungemischt bis ungefähr in die Gegend von Ermatingen verfolgen, von wo ab die Charakterformen des Untersees immer mehr zu dominieren beginnen.

Im Untersee (besonders in dem „Gnadensee“ genannten Teil) fehlen die obengenannten Cyclotellen, von einzelnen eingeschwemmten Exemplaren abgesehen, fast völlig; dagegen treten Asterionella und Fragilaria Crotonensis hier häufig auf. Von Protozoen entwickelt sich Dinobryon derart massenhaft, daß man von einem förmlichen „Dinobryon-Plankton“ sprechen kann. Sehr zahlreich findet sich auch Ceratium hirundinella, aber in einer ganz anderen Form als im Obersee: schmal, schlank, mit langen Hörnern, die hinten in der Dreizahl ausgebildet sind. Auffallend häufig war in sämtlichen Planktonproben auch Stentor vertreten. Von den Rotatorien tritt zu den für den Obersee genannten noch Hudsonella picta und Rattulus bicornis hinzu.

Als bewerkenswertes Resultat meiner Untersuchungen ergab sich, daß das Plankton des Untersees in seinen charakteristischen Zügen weit mehr demjenigen der Strombuchten und Altwasser des Rheines als demjenigen des Obersees gleicht.

Wenden wir uns nach dieser flüchtigen biologischen Orientierung nun zu unserem speziellen Gegenstande, zu Anuraea cochlearis. Wie bei Ceratium differieren auch hier die Formen des Untersees von denjenigen des Obersees. Eine etwas genauere Verfolgung des jährlichen Variationsganges der Art ist mir durch die Freundlichkeit des Herrn cand. zool. *R. Löser* ermöglicht worden[1]). So lückenhaft die Beobachtungen an und für sich auch noch sind, dürften sie doch genügen, um einen ungefähren Überblick und einen Vergleich mit den genauer untersuchten Altwassern des Oberrheins zu gestatten.

Variationsgang von Anuraea cochlearis im Bodensee.

März.

A. Obersee. Sehr einzeln. Dimensionen: $36 + 126 + 68 = 230\,\mu$[2]). Ziemlich langdornige Formen ohne Bewehrung des Panzers.

B. Untersee. Fehlend.

[1]) Herr Lehramtspraktikant *R. Löser* hat sich auf meine Bitte hin der Mühe unterzogen in den Monaten März—April, September—Oktober eine größere Anzahl Planktonfänge im Obersee und Untersee zu machen. Ich benutze die Gelegenheit um ihm auch an dieser Stelle meinen verbindlichsten Dank abzustatten.

[2]) Vorderdorn + Panzerlänge + Hinterdorn = Gesamtlänge.

April.

A. Obersee. Sehr einzeln. Dimensionen: 35 + 121 + 62 = 218 μ. Sonst wie März.

B. Untersee. Sehr einzeln. Dimensionen: 36 + 144 + 110 = 290 μ. Typische macracantha.

Juni.

A. Obersee. Einzeln. Dimensionen: 31 + 123 + 60 = 214 μ. Hinterdorn mittelgroß, typische Anuraea cochlearis.

B. Untersee. Einzeln. Dimensionen: 34 + 106 + 73 = 213 μ.

September.

A. Obersee. Ziemlich häufig. Dimensionen: 35 + 112 + 41 = 188 μ. Typische und kurzdornige Formen; Hinterdorn meist gerade nach hinten gestreckt. Einzelne punktierte Exemplare.

A. Untersee. Nicht selten. Dimensionen: 39 + 122 + 80 = 241 μ. Hinterdorn ziemlich lang, auf- oder abwärts gebogen. Einzelne Hispida (Fig. 11 u. 12 meiner Tafel). Einzelne Exemplare mit geknickter Carina.

Oktober.

A. Obersee. Nicht selten. Dimensionen: 38 + 114 + 46 = 198 μ. Typische und langdornige Formen (Fig. 3—5 meiner Tafel).

B. Untersee. Einzeln. Dimensionen: 41 + 116 + 87 = 244 μ. Ziemlich langdornig; einige Irregularis mit langem Hinterdorn und rhombischer oder sechseckiger accessorischer Platte; auch Übergänge dazu.

Es wäre noch verfrüht, aus diesen wenigen Monaten schon weitergehende Schlüsse zu ziehen; ich hoffe dies aber später nachholen zu können. Einiges läßt sich indessen schon jetzt mit Sicherheit konstatieren. So ergiebt sich aus dem oben Mitgeteilten bereits zur Genüge, daß der Variationsgang von Anuraea cochlearis im Obersee und im Untersee ganz verschieden verläuft. In ersterem sehen wir nur die Tecta-Reihe vertreten, typische und im Sommer kurzdornige Formen überwiegen, im Gegensatz zum Untersee, wo langdornige Formen vorherrschen und auch Vertreter der Hispida-

[1]) Die Zahlen bedeuten: Länge der mittleren Vorderdornen + Länge des eigentlichen Panzers + Länge des Hinterdorns = Gesamtlänge. Sie stellen die Mittelwerte von je 5—10 gemessenen Individuen dar.

und Irregularis-Reihe zur Beobachtung gelangen. Es ist somit kaum allgemein gültig, wenn *Wesenberg-Lund* (1900 pag. 652) behauptet, daß die Dornen bei Anuraeen der großen Seen immer länger seien, als diejenigen der kleineren Seen und Teiche; der Bodensee zeigt im Obersee und Untersee gerade das umgekehrte Verhalten[1]).

X. Seen des Schwarzwaldes.

Meine im September 1898 und 1899 vorgenommene Untersuchung des Herrenwieser Sees, Mummelsees, Titisees und Feldsees ergab in dem sehr armen Mikroplankton dieser Gewässer nirgends die Anwesenheit von Anuraea cochlearis für den genannten Monat. Im Feldsee war Notholca longispina (in Gesellschaft von Holopedium gibberum) sehr häufig. Dagegen fand ich Anuraea cochlearis in einem besonders an Dinobryon sehr reichen Planktonmateriale, das mein Freund Prof. *F. Förster* am 27. April 1893 in dem von Scheffel verherrlichten Bergsee bei Säckingen gefischt hatte. Anuraea cochlearis war hier in Gestalt der Var. macracantha forma punctata mit aufwärts gebogenem Hinterdorn vertreten (Dimensionen: 38 + 144 + 100 = 282 μ. Breite vorn 74 μ). Der Panzer war ziemlich dünn, durchsichtig, auf der Ventralplatte in deren ganzer Ausdehnung mit zerstreuten stempelförmigen Höckern versehen.

XI. Seen der Vogesen.

Durch die Liebenswürdigkeit des Herrn Professor Dr. *Döderlein* war es mir vergönnt, eine Anzahl Planktonfänge aus dem 1055 m hoch gelegenen bis 62 m tiefen Weißen See in den Hochvogesen untersuchen zu können. Das Material stammte aus den Monaten Juli, August und November und war an Arten und Individuen ziemlich reich, jedenfalls reicher als vergleichsweise dasjenige des Feldsees. Es enthielt im Juli Asterionella, Botryococcus, an Rotatorien

[1]) Ähnliches gilt für Anuraea aculeata. Hier findet sich bei *Sniezek* (1895 p. 605) die Angabe, daß *Wierzejsky* (1893) in seiner polnisch geschriebenen Arbeit die Überzeugung gewonnen zu haben glaubt, es hätten sich die Formen von Anuraea aculeata mit verhältnismäßig langen Stacheln an tiefe, solche mit kurzen Stacheln an seichtere Gewässer angepaßt — aber diese Behauptung darf keineswegs verallgemeinert werden. Ich habe beispielsweise gerade die Formen von Anuraea aculeata mit ganz extrem langen und divergierenden Hinterdornen in einer ganz seichten pflanzenbewachsenen Lehmgrube gefangen!

Conochilus unicornis Rousselet, Floscularia (pelagica Rousselet?)[1]), Polyarthra platyptera Ehrb., Gastroschiza flexilis Jägersk., Notholca longispina Kell., Anuraea cochlearis Gosse; von Crustaceen Holopedium und Bosmina.

Die Exemplare von Anuraea cochlearis gehörten alle der Tecta-Reihe an und zeigten in den verschiedenen Monaten ein ziemlich übereinstimmendes Äußere: kräftige Formen mit kurzen geraden Vorderdornen und langem Hinterdorn; Carina in der Gegend des Kreuzungspunktes der vier Carinalia mehr oder weniger verzogen. Bei einigen Exemplaren war der Panzer zerstreut punktiert.

Dimensionen:

Größtes Exemplar:	$36 + 126 + 106 = 268$	μ.
Kleinstes Exemplar:	$36 + 123 + 83 = 242$	μ.
Mittel:	$36 + 125 + 91 = 252$	μ.

XII. Gewässer des Pfälzerwaldes.

Eigentliche Seen besitzt der Pfälzerwald nicht; dagegen eine Anzahl größerer Teiche, von denen zwei der ansehnlichsten, der Vogelwoog und der Hohenecker Weiher von mir genauer untersucht worden sind. Beide können als Typus von Gebirgsweihern, die mit Torfmooren in Verbindung stehen, betrachtet werden.

a) Vogelwoog.

Dieser Teich liegt etwa 230 m ü. d. M., nahe der Stadt Kaiserslautern in einem Waldthale. Er besitzt eine Länge von etwa 0,5 km und eine Breite von etwa 0,2 km. Der Boden ist mehr oder weniger sandig; die größte Tiefe beträgt nicht viel über 2 m, ist aber meist viel geringer. Gespeist wird der Teich von einem kleinen Bache sowie von einer Anzahl Quellen. Die Vegetation ist nur mäßig entwickelt, etwas Schilf, Binsen und Equisetum, von Schwimmpflanzen Nymphaea alba und Potamogeton natans. Nach oben geht der Teich in ein von Kiefern bedecktes Sphagnum-Moor über.

Das Plankton ist als reich zu bezeichnen. Charakteristisch ist die Massenentwickelung einer Diatomee, der Melosira; auch Rhizosolenia longiseta Zach. ist zeitweise nicht selten. Von Protozoen, speziell Flagellaten tritt Dinobryon divergens Imh. und D. stipitatum elongatum Stein-Imhof, in den wärmeren Monaten

[1]) Die sichere Artbestimmung war bei dem starkkontrahierten konservierten Materiale nicht möglich.

auch die schöne Chrysosphaerella longispina Lauterb. auf. Rotatorien sind sehr zahlreich, auch an Individuen: neben den perennierenden Ubiquisten Conochilus unicornis Rouss., Asplanchna priodonta Gosse, Synchaeta pectinata Ehrb., Anuraea cochlearis Gosse, A. aculeata Ehrb. etc. auch die wärmeliebenden Floscularia pelagica Rouss., Polyarthra platyptera eurvptera Wierz., Mastigocerca capucina Wierz. et Zach., Mast. setifera Lauterb., Rattulus bicornis Western, Pedalion mirum Huds., Gastroschiza flexilis Jägerskiöld. Die Crustaceen sind durch Bosmina longirostris cornuta, Diaphanosoma brachyurum Liév., Ceriodaphnia laticaudata P. E. M. und Diaptomus gracilis vertreten[1]).

Anuraea cochlearis fehlt in diesem Gewässer in keinem Monate des Jahres und zeigt einen ausgeprägten jährlichen Variationsgang, der sich am meisten demjenigen ihrer Artgenossen in den Altwassern des Rheines nähert.

Cyklische Variation von Anuraea cochlearis im Vogelwoog bei Kaiserslautern.

April.

Ziemlich häufig. Typische, ziemlich langdornige Exemplare der Tecta-Reihe. Dimensionen: $35 + 126 + 82 = 243\ \mu$. Bei einigen Exemplaren die Carina am Kreuzungspunkt der vier Carinalia verzogen.

Juni.

Sehr häufig. Kleine Exemplare mit kurzen hinteren aber relativ langen Vorderdornen (f. micracantha). Dimensionen: $33 + 90 + 25 = 148\ \mu$. Hispida massenhaft.

Juli.

Sehr häufig; die kleinen Exemplare oft punktiert. Hispida häufigstes Rädertier; Hinterdorn sehr kurz und dünn.

[1]) Zur weiteren Charakteristik des Gewässers sei noch beigefügt, daß im Schlamm des Teiches sowie in Moortümpeln der Umgebung, die wohl als Glazialrelikt zu betrachtende Cladocere Drepanothrix dentata Eurén sowie Streblocerus serricaudatus vorkommen. Von Rhizopoden ist Paulinella chromatophora Lauterb. nicht selten. Auch die Bakterien sind durch eine sehr interessante Form vertreten, nämlich durch einen Vertreter der Gattung Spirobacillus, deren einzige bisher bekannte Art (Sp. gigas) von *Certes* aus getrocknetem Schlamm der Umgebung von Aden, Obok und Djibuti (Arabien und Afrika!), gezüchtet worden war.

August.

Wie Juli, Hispida weniger häufig.

September.

Micracantha und Hispida nicht selten, daneben typische Exemplare.

Oktober.

Micracantha nicht mehr beobachtet: von Hispida nur mehr die Anfangsglieder der Reihe (Fig. 11 und seltener Fig. 12 meiner Tafel) beobachtet.

November.

Einzelne typische Exemplare, daneben macracantha mit den Dimensionen: $40 + 113 + 90 = 243\ \mu$.

b) Hohenecker Weiher.

Auch dieser Teich liegt in der Umgebung von Kaiserslautern, 280 m über dem Meere und in der Luftlinie etwa 7 km von der genannten Stadt entfernt. Die Länge beträgt etwa 0.7 km, die größte Breite 0.3 km. Von der bedeutenderen Größe und Tiefe abgesehen, zeigt dieser Teich in Bezug auf die Existenzbedingungen der Tier- und Pflanzenwelt eine große Übereinstimmung mit dem vorhergehenden, was sich auch in der ähnlichen Zusammensetzung des Planktons ausspricht; nur die oben aufgeführten wärmeliebenden Rotatorien treten zurück. Besonders charakteristisch für dieses Gewässer ist die geradezu enorme Entwickelung von Rhizosolenia longiseta Zach., wie ich sie sonst noch niemals gesehen habe: in den Monaten November und Dezember fand ich die überaus zarten Kieselpanzer dieser Diatomee derart häufig im freien Wasser, daß man fast von einem „monotonen Rhizosolenia-Plankton" sprechen könnte, so sehr traten alle übrigen Planktonorganismen dagegen numerisch in den Hintergrund.

Cyklische Variation von Anuraea cochlearis in dem Hohenecker Weiher bei Kaiserslautern.

Mai.

Recht häufig. Nur die Tecta-Reihe vertreten durch zahlreiche Exemplare von Macracantha. Dimensionen: $37 + 112 + 90 = 239\ \mu$.

Juni.

Häufig. Viele Macracantha mit einer Durchschnittsdimension

von $38 + 115 + 95 = 248$ μ. Daneben Übergänge zu Hispida und einzelne völlig ausgebildete Exemplare der letzteren.

August.

Einzelne Macracantha; viele Anfangsglieder der Hispida-Reihe (Fig. 11 u. 12 meiner Tafel). Dimensionen: $36 + 114 + 67 = 217$ μ.

Oktober.

Macracantha häufig; Dimensionen: $35 + 122 + 85 = 242$ μ. Hispida einzeln; Übergänge dazu häufiger.

November.

Macracantha häufig, sehr langdornig, kräftig. Dimensionen: $36 + 126 + 109 = 271$. Keine Hispida.

Das Auffallende an diesem Gewässer ist das Vorkommen von Macracantha auch im Sommer, im Gegensatz zu den Gewässern der Rheinebene, wo wir diese Form nur in der kälteren Jahreszeit antrafen. Da wir ein ähnliches Verhalten auch im Weißen See der Vogesen konstatieren konnten, ist wohl der Schluß gerechtfertigt, daß Macracantha eine Form des kalten Wassers ist, welche die ihr zusagenden Existenzbedingungen in den Gewässern der Ebene nur im Winter, in den kühleren Gebirgsgewässern dagegen auch im Sommer zu finden vermag. Hispida zeigt einen ähnlichen Entwickelungsgang wie in den Altwassern des Rheins, Irregularis dagegen fehlt hier und anderwärts (Obersee des Bodensees, Vogesenseen etc.) völlig; sie scheint am strengsten auf die warmen seichten Gewässer beschränkt.

Vergleichende Betrachtungen über die cyklische Variation von Anuraea cochlearis.

Nach all den Einzelschilderungen der vorhergehenden Seiten mit ihren langen Zahlenreihen, Tabellen und Kurventafeln, erwächst nun die Aufgabe, die Beobachtungsergebnisse der einzelnen Gewässer miteinander zu vergleichen, um zuzusehen, welche allgemeinen Gesetze sich aus der Fülle des empirischen Materiales herauslesen lassen. Ich werde mich hierbei fast ausschließlich auf jene sieben Gewässer beschränken, über welche Beobachtungen aus allen Monaten des Jahres vorliegen, da nur solche einen Einblick in die uns speziell interessierenden Fragen zu gewähren vermögen.

Wenn wir die sieben Gewässer überblicken, so sehen wir ohne weiteres, daß sich dieselben nach dem Variationsgang von Anuraea cochlearis in zwei Gruppen scheiden lassen:

I. In der ersten Gruppe (Altrhein bei Neuhofen, Altrhein bei Roxheim, Rheinbuchten bei Altrip, Teich bei Bobenheim) ist die Variation eine gesetzmäßige, insofern, als die Größe der Individuen der Gesamtart eine Abhängigkeit von der Temperatur erkennen läßt, wobei die größten Exemplare der kälteren, die kleinsten der wärmeren Jahreszeit zukommen. In der zweiten Gruppe (Teich bei Maudach, Torfteich bei Neuhofen, Lehmgruben bei Ludwigshafen) fehlt eine solche Abhängigkeit von der Temperatur und die Größenvariation ist eine unregelmäßige, von der Jahreszeit unabhängige.

II. In den Gewässern der ersten Gruppe treten mit Beginn der wärmeren Jahreszeit nebeneinander die Tecta-, Hispida- und Irregularis-Reihen auf, deren Endglieder typische „Sommerformen" darstellen. In den Gewässern der zweiten Gruppe fehlen diese Variationsreihen so gut wie völlig; sie werden durch die Var. robusta ersetzt. Es schließen sich also, wie es den Anschein hat, Tecta, Hispida, Irregularis einerseits und Robusta andererseits, gegenseitig aus.

Nach diesen Befunden liegt es nahe zu untersuchen, ob diese auffallende Verschiedenheit des jährlichen Variationsganges ein und derselben Tierart sowie das gegenseitige Sichausschließen bestimmter Varietäten dieser Tierart nicht auch mit einer physischen und biologischen Verschiedenheit der bewohnten Gewässer Hand in Hand geht, an welche dann vielleicht eine Ergründung der Ursache dieser verschiedenen Art der Variation anknüpfen könnte. Denn daß es äußere Bedingungen sind, welche die jeweilige morphologische Ausgestaltung des Panzers sowie den Variationsgang von A. cochlearis beherrschen, scheint mir daraus hervorzugehen, daß trotz der Leichtigkeit, mit welcher die Rädertiere überhaupt verschleppt werden[1]) — wodurch also sicher auch fort und fort Dauereier von A. cochlearis aus Gewässern der ersten Gruppe in solche der zweiten Gruppe gelangen und umgekehrt — dennoch in den Robusta-Gewässern nach meinen langjährigen Beobachtungen niemals eine Hispida oder Irregularis zur Entwickelung gelangt. Wir können somit die Frage

[1]) Diese leichte Verschleppbarkeit ergiebt sich einmal aus der weiten Verbreitung des Rädertieres in den verschiedensten Gewässern, sodann aus dem Umstand, daß A. cochlearis mit zu jenen Tieren gehört, welche neu angelegte Wasserbecken (Lehmgruben etc.) zuerst zu bevölkern pflegen.

auch folgendermaßen formulieren: Haben die Gewässer der ersten Gruppe unter sich irgend welche gemeinsame Züge, welche dieselben derart scharf von denen der zweiten Gruppe unterscheiden, daß ihnen eventuell ein Einfluß auf die Ausprägung bestimmter Variationen von Anuraea cochlearis zuerkannt werden dürfte?

Solche Verschiedenheiten lassen sich nun in der That einige anführen. So sind die Gewässer der ersten Gruppe natürliche, d. h. schon vor langer Zeit ohne Zuthun des Menschen entstandene Gewässer, von ziemlicher Tiefe, aber doch mit seichten Ufern, alle mit freien Wasserflächen, ohne bedeutendere Unterbrechungen durch flutende Wasserpflanzen. Die Gewässer der zweiten Gruppe sind künstlich angelegte, nicht sehr tiefe Gewässer jüngeren Datums, entstanden durch Ausschachtungen des Bodens (Torf- oder Lehmgruben), und darum auch alle von relativ bescheidenem Umfang und mit steil abfallenden Uferwänden, deren freie Wasserflächen von Jahr zu Jahr mehr durch wuchernde Wasserpflanzen eingeengt werden.

Ob nun überall, wo diese Gegensätze in der Entstehung und Beschaffenheit der Wasserbecken zu beobachten sind, auch überall entsprechend verschiedene Formen von Anuraea cochlearis auftreten, muß ferneren Untersuchungen in anderen Gebieten nachzuweisen überlassen bleiben. Aber aufgefallen ist es mir doch, daß in ca. hundert Teichen, — die ich untersuchte, ich niemals eine einzige Hispida und Irregularis und nur sehr selten eine Tecta in Teichen fand, welche mit Potamogeton, Myriophyllum, Ceratophyllum, Nymphaea, Nuphar und ähnlichen Pflanzen dicht bewachsen waren, während in solchen Gewässern, auch wenn sie ganz klein und seicht sind, Robusta oft in bedeutender Anzahl auftritt[1]).

Wir wenden uns nun zu einer speziellen Betrachtung derjenigen Gewässer, in welchen A. cochlearis durch die Tecta-, Hispida- und Irregularis-Reihen vertreten ist. Hier trat uns schon früher wiederholt der bestimmende Einfluß vor Augen, den der jährliche Gang der Temperatur auf die Größe des Panzers der Gesamtart ausübt. Wir dürfen darum auch eine Korrelation zwischen der jährlichen

[1]) Ist dieses Verhalten allgemein, so muß man erwarten, daß mit der zunehmenden Verlandung eines Gewässers durch Vorschreiten der Vegetation nach der freien Wasserfläche hin, auch der ursprünglich etwa vorhandene Bestand von Anuraea cochlearis hispida und irregularis allmählich durch Anuraea cochlearis robusta verdrängt wird. Ich habe in der That Beobachtungen gemacht, die für eine derartige „Faunenwandlung“ sprechen.

Variationskurve der Größe des Panzers und der jährlichen Temperaturkurve erwarten.

Diese Korrelation tritt in der folgenden Tabelle deutlich zu Tage. Hier sind einmal die monatlichen Mittelwerte der Panzergrößen der vier Gewässer der ersten Gruppe nebeneinander zusammengestellt und außerdem sind die entsprechenden monatlichen Mitteltemperaturen des Altrheins Neuhofen beigefügt [1]). Überall macht sich bemerkbar, daß mit dem Steigen der Temperatur bis gegen den Juli—August hin die Größe des Panzers abnimmt, während sie von dem genannten Zeitpunkt ab dagegen proportional der sinkenden Temperatur wieder zunimmt.

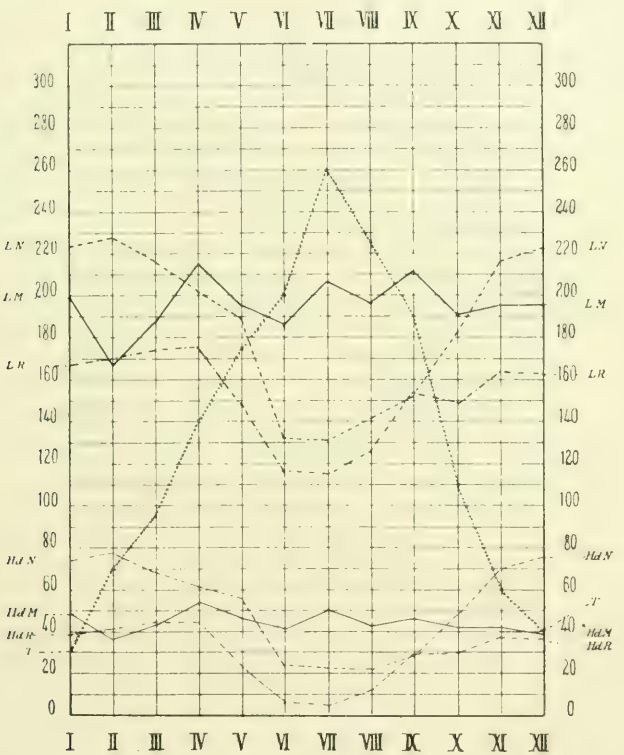
Tabelle XXIII.

Vergleichende Tabelle der mittleren Länge des Panzers in vier Gewässern sowie der monatlichen Mitteltemperatur des Wassers im Altrhein bei Neuhofen.

Monat	Strombuchten des Rheins oberhalb Ludwigshafen	Feldteich bei Bobenheim	Altrhein bei Roxheim	Altrhein bei Neuhofen	Temperatur des Altrheins bei Neuhofen in C.
Januar	—	214	168	223	3°
Februar	217	217	170	228	7°
März	214	201	174	216	9,5°
April	190	180	175	201	14°
Mai	229	172	138	189	17,5°
Juni	166	166	117	132	20°
Juli	165	152	116	131	26°
August	141	129	126	141	22,5°
September	163	155	154	152	19°
Oktober	194	173	149	182	11°
November	195	191	163	216	6°
Dezember	208	184	162	222	4°

[1]) Diese Mitteltemperaturen sind das Ergebnis eigener Messungen, die ich seit 1891 auf zahlreichen Exkursionen angestellt habe. Die Temperaturkurve des Altrheins bei Roxheim entspricht völlig derjenigen des Altrheins bei Neuhofen.

Noch schärfer läßt sich die Abhängigkeit der Panzergröße von der Temperatur in folgender Kurventafel zur Anschauung bringen. Hier sind neben der in kleinen $\times\times$ dargestellten Temperaturkurve — in welcher die nebenstehenden Zahlen je $^1/_{10}{}^0$ C. darstellen, also $140 = 14^0$ C. — die Kurven der monatlichen Mittelwerte der Panzergröße im Altrhein Neuhofen und Roxheim eingezeichnet, welche gerade entgegengesetzt der Temperaturkurve verlaufen. Um zu zeigen, wie wenig die Var. robusta durch den Gang der Temperatur beeinflußt wird, habe ich deren entsprechende Variationskurve aus dem Teiche bei Maudach zum Vergleich beigefügt.



Kurventafel 16: Kurven der monatlichen Mittelwerte der Panzergröße im Altrhein Neuhofen, Roxheim, im Teich bei Maudach in ihren Beziehungen zur Kurve der Wassertemperatur im Altrhein Neuhofen.

LN = Panzerlänge im Altrhein Neuhofen, LR = Panzerlänge im Altrhein Roxheim, LM = Panzerlänge im Teich bei Maudach, HdN = Länge des Hinterdorns im Altrhein Neuhofen, HdR = Länge des Hinterdorns im Altrhein Roxheim, HdM = Länge des Hinterdorns im Teich bei Maudach, T = Temperaturkurve.

Daß bei aller offenkundiger Korrelation zwischen Panzergröße und Temperatur da und dort sich kleine Differenzen bemerkbar machen, darf nicht Wunder nehmen, wenn man sich vergegenwärtigt, daß das Material, aus welchem die aufeinander folgenden monatlichen Mittelwerte abgeleitet wurden, aus sehr verschiedenen Jahrgängen stammt.

Einigermaßen auffallend und vielleicht nicht zufällig ist der Umstand, daß die größten Durchschnittszahlen nicht mit dem kältesten Monat Januar zusammenfallen, sondern im Altrhein bei Neuhofen im Februar, im Altrhein bei Roxheim sogar erst im März—April zur Beobachtung gelangen. Sollte dies nicht vielleicht für einen nachwirkenden Einfluß der Kälte sprechen, in welcher die Entwickelung des Rotatorieneies nur äußerst langsam sich vollzieht, so daß bei der dadurch bedingten geringen Zahl von Generationen auch etwaige Veränderungen in der Panzergröße sich nur langsam vererben? Bemerkenswert ist jedenfalls, daß die kleinsten Durchschnittszahlen der Panzergröße im Gegensatz hierzu genau mit dem wärmsten Monat zusammenfallen, wohl darum, weil in der Wärme die Entwickelung viel rascher vor sich geht, was wiederum zur Folge hat, daß die Zahl der Generationen in einem gegebenen Zeitraum eine größere ist, so daß die auftretenden Panzervariationen auch rascher in Erscheinung treten[1]).

Eine vergleichende Gegenüberstellung der verschiedenen Kurventafeln zeigt noch eine Erscheinung, die wohl eine besondere Erwähnung wert ist. Jedes Gewässer hat seinen eigenen charakteristischen Größentypus, der unabhängig von der speziellen Art des Variierens im ganzen jährlichen Variationsgang festgehalten wird. Um sich davon zu überzeugen, genügt es schon, Kurventafeln

[1]) Nach *Maupas*, citiert nach *Nußbaum* (1897 p. 240) entwickelt sich ein Ei von Hydatina senta, das bei 15° C. abgelegt wurde, erst in 69 Stunden zu einem zum Eierlegen reifen Weibchen, während ein bei 24° C. abgelegtes Ei schon nach 32 Stunden ein legereifes Weibchen ergiebt. Die Wintertemperaturen unser Altwasser liegen aber auch ein ganz beträchtliches unter 15° C., die Entwickelung dürfte also auch um ein ganz beträchtliches langsamer verlaufen als oben angegeben. Übrigens wäre auch noch in Betracht zu ziehen, daß im Winter, wo wenig Eier produziert werden, die Lebensdauer eines Weibchens wahrscheinlich eine längere sein dürfte, als im Sommer, wo ein Tier bei der lebhaften Eierproduktion eher „abgenützt" zu werden scheint. Es können also ganz gut im Winter Tiere, die einem kalten Monat entstammen, in einen weniger kalten mit herübergenommen werden. Nach *Maupas* beträgt die Lebensdauer eines Hydatina-Weibchens im günstigsten Falle bei 18° C. Temperatur 13 Tage.

anzusehen, in welcher die Jahreskurven der Größenvariation von Anuraea cochlearis im Altrhein Neuhofen und Roxheim, sowie in dem Teiche bei Maudach nebeneinander eingetragen sind. Obwohl in den beiden erstgenannten Gewässern die Jahreskurven im wesentlichen gleichsinnig verlaufen, tritt doch hervor, daß die Anuraea cochlearis-Individuen im Altrhein Roxheim durchgängig weit kleiner sind als ihre Artgenossen im Altrhein Neuhofen. Dieses Kleinerbleiben erstreckt sich nicht nur auf die Durchschnittsgröße, sondern kommt, von unerheblichen Differenzen abgesehen, auch in den Maximal- und Minimalgrößen zum Ausdruck. Ganz ähnliche Verhältnisse zeigen unter einander auch die Gewässer, welche nur die var. robusta aufzuweisen haben.

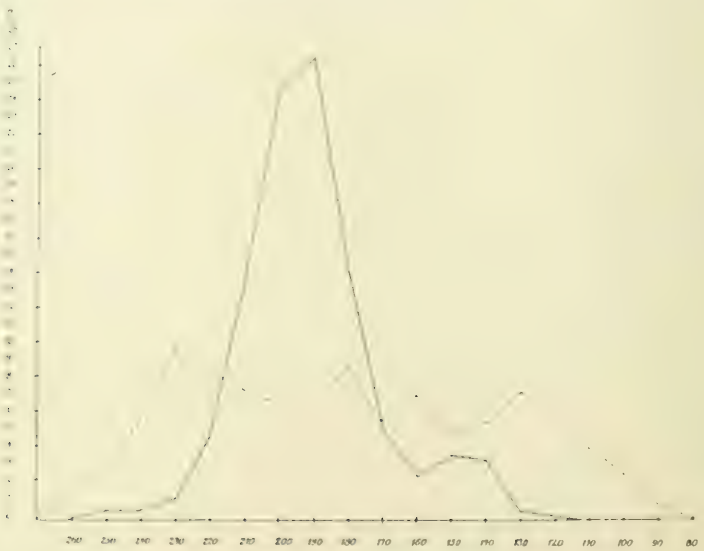
Ein Vergleich unserer Befunde im Altrhein Neuhofen und Roxheim gestattet weiterhin auszusprechen, daß die Größe und Tiefe eines Gewässers ohne Einfluß ist auf die Größe des Panzers von Anuraea cochlearis. Denn obwohl das letztgenannte Gewässer an Flächeninhalt das erstgenannte um ein bedeutendes übertrifft, sind dennoch die Anuraea cochlearis-Individuen im Altrhein bei Roxheim in allen ihren Dimensionen kleiner als die im Altrhein bei Neuhofen. Und erscheinen nicht die Entglieder der tecta-Reihe, wie sie in den seeartigen Altwassern zur Ausbildung gelangen, geradezu als „Zwergformen", verglichen mit den riesigen Größendimensionen der robusta-Individuen in dem Teiche bei Maudach?[1]) —

Das mir vorliegende reiche Material habe ich auch benutzt, um *Galton*'sche Kurven der Größe für zwei verschiedene Gewässer zu konstatieren. Zu diesem Zwecke wählte ich die 600 Individuen des Altrheins bei Neuhofen aus, welche der Tabelle III zu grunde liegen und als Gegenstück dazu die 300 Individuen aus dem Teiche bei Maudach. Um direkt vergleichbare Größen zu erhalten, wurde der Anteil der einzelnen Größenklassen in Prozenten dargestellt.

Auf der folgenden Kurventafel 17 sind auf der Abscissenachse die einzelnen Größenklassen von 10 zu 10 μ abgestuft aufgetragen, während die Ordinaten die jeweils entsprechenden Prozentzahlen des Anteils an der Gesamtsumme der gemessenen Individuen zur Anschauung bringen. Wie man sieht, zeigt die Kurve des Teiches bei Maudach (einfach) und die des Altrheins bei Neuhofen (gestrichelt) ein sehr verschiedenes Bild. Erstere ist zweigipfelig, aber mit einem

[1]) Vgl. auch die Befunde im Bodensee (S. 54).

derart starken Überwiegen des einen Gipfels (bei 190 μ) daß der Verdacht rege wird, der zweite Gipfel bei 150 μ werde bei reicherem Materiale völlig verschwinden und die Kurve somit eingipfelig werden. Bei der Kurve des Altrheins Neuhofen fehlt eine derartige Häufung der Individuen um einem Mittelwert völlig, die Kurve erstreckt sich über eine größere Anzahl von Größenklassen und ist viergipfelig. Der Grund der Verschiedenheit beider Kurven ist leicht einzusehen. In dem Teiche bei Maudach haben wir, wie früher eingehend geschildert wurde, einzig und allein die var. robusta als in sich geschlossene einheitliche Masse vertreten, während im Altrhein Neuhofen nicht weniger als drei verschiedene Variationsreihen (tecta, hispida, irregularis) zur Ausbildung gelangen, von denen jede ihren eigenen Variationsgang hat.



Kurventafel 17.

*Galton'*sche Kurven des prozentualen Anteils der einzelnen Größenklassen von Anuraea cochlearis an der Gesamtmasse der gemessenen Individuen.

———— Teich bei Maudach, ... Altrhein bei Neuhofen.

Cyklische Variation sowie Ausbildung von Variationsreihen bei anderen Rotatorien.

Zur richtigen Würdigung der auf den vorausgehenden Seiten mitgeteilten Beobachtungen dürfte es nicht überflüssig erscheinen, auch einen Blick auf die Variabilität der anderen Rotatorien zu werfen. Um direkte Vergleiche mit Anuraea cochlearis zu ermöglichen, sollen dabei nur jene Arten berücksichtigt werden, die bei ihrem Variieren eine bestimmte Variationsrichtung aufweisen, so daß sich bei ihnen Formenreihen konstatieren lassen, ferner jene Variationen, welche in ihrem Auftreten an bestimmte Jahreszeiten gebunden sind. Die Ausbeute nach der letztgenannten Richtung hin ist momentan noch nicht sehr bedeutend, da bis jetzt außer meinen Mitteilungen aus dem Jahre 1898, in denen meines Wissens zuerst der Nachweis eines cyklischen Variierens bei Rotatorien erbracht wurde, eigentlich nur noch die Beobachtungen *Wesenberg-Lund*'s (1900) und ganz neuerdings die *Voigt*'s (1902)[1]) dazu kommen.

Beginnen wir zunächst mit den illorikaten Rädertieren.

Polyarthra platyptera Ehrb., gleich Anuraea cochlearis perennierend, tritt im Sommer (aber nicht in allen Gewässern und hier auch nicht in allen Individuen) in einer Varietät auf, welche sich von der typischen Form durch bedeutendere Größe, mehr rechteckige Gestalt und viel breitere Flossen unterscheidet; es ist dies die var. euryptera Wierz. (latiremis Imhof?). Ich habe dieselbe schon 1898 als eine „Sommerform" erklärt und auch *Wesenberg-Lund* (1900) gibt als Zeit ihres Vorkommens die Monate Mai – November an.

Die Gattung Synchaeta soll nach *Wesenberg-Lund* ebenfalls cyklische Variation oder, wie der dänische Forscher sie nennt, Temporalvariation zeigen. *Wesenberg-Lund* erkennt im Süßwasser nur zwei Arten der Gattung Synchaeta an: S. pectinata Ehrb. (mit einer neuen Form minor) und S. tremula Ehrb. Nur die erstere Art zeigt Temporalvariation, welche in folgenden Worten zusammengefaßt wird (l. c. pag. 610):

[1]) Die von *Voigt* 1902 in einer vorläufigen Mitteilung publizierten Beobachtungen über das zeitliche Vorkommen sowie über die Geschlechtsperioden der Rotatorien in den Plöner Gewässern lassen, obwohl es der Autor mit keinem Worte hervorhebt, bei den identischen Arten eine sehr bemerkenswerte Übereinstimmung mit meinen 1898 publizierten Beobachtungen über die cyklische Fortpflanzung der Rädertiere im Gebiete des Oberrheins erkennen, und dokumentieren so aufs neue, daß es sich hier keineswegs um lokale, sondern um allgemeine Erscheinungen handelt.

„Von S. pectinata form. minor entwickeln sich im Frühling und im Laufe des Sommers teils Individuen, welche den Winterformen gleichen, aber einen stabförmigen Anhang tragen (S. stylata Wierz.), teils die große, hyaline beinahe fußlose typische S. pectinata, welche unter besonderen Verhältnissen als S. grandis (Zacharias) endet."

Ich kann mich dieser Auffassung nicht anschließen. Nach meiner Überzeugung sind S. grandis und S. stylata vielmehr gute Arten, welche sich von S. pectinata mindestens ebensogut unterscheiden, als S. tremula; beide sind aber ausgeprägte Sommerformen, wie ich früher (1898) zeigte[1]).

Unter den Angehörigen der Gattung Asplanchna zeigt Aspl. priodonta Gosse nach *Wesenberg-Lund* Temporalvariation. Dieselbe äußert sich darin, daß von der ersten Sexualperiode im Mai ab mit der fortschreitenden wärmeren Jahreszeit die Individuen immer größer werden; das Maximum wird im August—September erreicht. Nach der zweiten Sexualperiode finden sich nur kurze plumpe Formen, die auch im Winter gefunden werden.

Auch Triarthra longiseta Ehrb. läßt nach den Beobachtungen *Wesenberg-Lund*'s eine geringe Temporalvariation erkennen, indem die Springborsten im Sommer länger sind als im Winter.

Bei den eben geschilderten ungepanzerten mehr oder weniger flexilen Rotatorien tritt die Variation im wesentlichen als eine Zu- oder Abnahme der Körpergröße in Erscheinung. Anders bei den in einen starren Panzer eingeschlossenen Rotatorien, den Loricaten. Hier kommt noch hinzu, daß der Panzer sehr oft mit Fortsätzen in Gestalt von Hörnern, Dornen, Stacheln, Höckern ausgerüstet ist, die alle bedeutend zu Variationen neigen und je nach dem Grade ihrer Ausbildung — von einer ganz extremen Ausbildung an bis zum völligen Verschwinden — für sich allein schon im stande sind, das Gesamtbild des Tieres weit auffallender zu verändern, als es ein einfaches Plus oder Minus der Körpergröße vermag. Dies gilt ganz besonders für die Gattungen Brachionus und Anuraea; kein

[1]) In der genannten Arbeit ist S. grandis als „Synchaeta spec. (ähnlich Synchaeta grandis Zach.)" aufgeführt, da meine Beobachtungen nicht mit der oberflächlichen und in einigen wichtigen Punkten direkt unrichtigen Originalschilderung *Zacharias* stimmen wollten. Erst durch *Rousselet*'s sorgfältige Monographie der Gattung Synchaeta (1902) ist eine zutreffende Schilderung und Abbildung von S. grandis gegeben worden. — Übrigens sei beiläufig noch erwähnt, daß in dieser Monographie *Rousselet* im Gegensatz zu *Wesenberg-Lund* S. grandis und stylata als gute Arten auffaßt.

Wunder, daß darum auch gerade bei diesen auf Verschiedenheiten in der Ausbildung der Körperfortsätze verschiedene Arten gegründet wurden.

Formenreihen, wie wir sie bei Anuraea cochlearis in der Macracantha- Typica- Tecta-Reihe antrafen, wo also die fortschreitende Reduktion des hinteren Körperfortsatzes unter Vermittelung zahlreicher Zwischenglieder schließlich zu einer Endform führt, die des Körperfortsatzes völlig entbehrt und welche darum auch wegen ihrer Unähnlichkeit mit dem Ausgangspunkt leicht für eine besondere Art gehalten werden kann und auch meist gehalten worden ist, giebt es bei Rotatorien noch mehrere. Derartige Reihen, welche man vielleicht als „Reduktions-Formenreihen" bezeichnen könnte, kenne ich außer von Anuraea cochlearis noch von Anuraea aculeata Ehrb., Brachionus bakeri Ehrb., Br. pala Ehrb., Notholca striata O. F. M.[1]). Wahrscheinlich dürfte noch Brachionus angularis Gosse, B. polyacanthus Ehrb. und vielleicht auch noch Schizocerca diversicornis Daday anzufügen sein. Bemerkt sei aber hier ausdrücklich, daß die Formenreihen dieser Rädertiere bis jetzt nur morphologische Konstruktionen sind, da die einzelnen Glieder, welche die fortschreitende Reduktion der Körperfortsätze illustrieren, oft aus verschiedenen Gewässern stammen.

Ein genetischer Zusammenhang der Reihen, eine Succession der einzelnen Formen, wie sie uns für Anuraea cochlearis macracantha — typica — tecta im Altrhein bei Neuhofen nachzuweisen gelang, ist noch bei keiner der oben genannten erwiesen und für die Mehrzahl derselben, wenn nicht für alle, scheint es mir fraglich, ob sich ein solcher überhaupt ergeben wird.

Sehr lehrreich in Bezug auf Variabilität ist die weitverbreitete und vielgestaltige Anuraea aculeata Ehrb.[2]). Hier haben wir als Ausgangspunkt der Reihe, eine unserer An. cochlearis macracantha entsprechende Parallelform, bei der die beiden Hinterdornen

[1]) Man beachte, daß es bei sämtlichen hier genannten Arten die hinteren Fortsätze des Panzers sind, die bis zum völligen Schwunde reduziert werden können, während die vorderen sich zwar auch verkürzen aber niemals völlig schwinden.

[2]) Noch bei *Hudson* und *Gosse* (1886) sind die meisten der hier erwähnten Formen als besondere Arten aufgeführt. *Wierzejsky* (1893) zog schon fünf derselben als Varietäten zu A. aculeata; *E. F. Weber* (1898) in seiner schönen Arbeit über die Rotatorienfauna des Genfersees führt nicht weniger als 14 „Arten" als Synonyme von A. aculeata auf, wobei ich ihm (mit Ausnahme von „A. stipitata Ehrb. var. Wartmanni Asper und Heuscher") völlig beistimme.

oder -hörner sehr stark ausgebildet sind, so stark, daß sie oft die Länge des eigentlichen Panzers übertreffen. Dadurch, daß diese Hinterhörner bald als direkte Verlängerungen des seitlichen Panzerrandes einander parallel (oder selbst etwas konvergierend) verlaufen, bald aber distal mehr oder weniger voneinander divergieren, kommen sehr wechselnde Bilder des Körperumrisses zu stande. Diese Divergenz kann im extremsten Falle so weit gehen, daß die beiden Hinterhörner, leicht geschwungen, fast einen rechten Winkel zum seitlichen Panzerrand bilden: An. aculeata var. Platei Jägerskiöld (1894), welche die Ostsee bewohnt. Alle Übergänge verknüpfen diese so extrem ausgebildete Form mit der typischen An. aculeata Ehrb., deren Hinterdornen etwa $^2/_3$—$^1/_2$ der Länge des Panzers erreichen; eine noch weiter gehende Reduktion der Hinterdornen führt zu An. brevispina Ehrb., welcher bei An. cochlearis unsere Forma micracantha entspricht. In manchen Fällen verläuft diese Reduktion ungleichmäßig, d. h. nur ein Dorn verkürzt sich oder verschwindet auch schließlich ganz, während der andere erhalten bleibt: An. valga Ehrb.[2]). Sind die Hinterdornen nur noch als ganz kurze Dornen oder auch nur noch als vorspringende Ecken des Panzers angedeutet, während die Vorderdornen ihre Länge bewahrt haben, und ist ferner die Oberfläche des Panzers durch perlenartige Höcker rauh, so haben wir *Ehrenberg*'s An. serrulata vor uns, eine Form, die besonders für Tümpel der Sphagnum-Moore sehr charakteristisch ist. Auch

[1]) *Voigt* (Plöner Forschungsberichte 1902, S. 82—83) nennt diese Form var. divergens.

[2]) Ich habe 1898 darauf aufmerksam gemacht, daß die Mehrzahl der Weibchen von An. aculeata, die ich in Dauereibildung begriffen sah, An. valga entsprachen. Bemerkenswert ist nun, daß auch *Ehrenberg* in seinem klassischen Werke seine An. valga mit Dauereiern abbildet, ohne natürlich die wahre Natur der letzten zu erkennen. Neuerdings (1900) hat u. a. auch *K. Levander* die Form wieder beobachtet und sagt von ihr (l. c. S. 105): „Diese Form muß ich für eine von A. aculeata Ehrbg. verschiedene Art halten, erstens weil die charakteristische Form des Panzers ganz konstant ist, zweitens weil ich bei A. valga die Eier stets mit stacheliger Hülle gefunden habe, während ich solche Eier bei A. aculeata nie beobachtet habe." Dem wäre entgegen zu halten, daß die „charakteristische Form des Panzers", d. h. die verschiedene Ausbildung der Hinterdornen durchaus nicht konstant ist, wie auch *Weber* (1900, S. 704—705) angiebt, da alle Übergänge zu A. aculeata vorkommen, und weiter, daß die Eier mit „stacheliger Hülle" eben nichts anders sind als die Dauereier von A. aculeata, welche auf ihrer Oberfläche mit zahlreichen niederen gewundenen und sich kreuzenden Leisten versehen sind, die am Rande des Eies, im optischen Durchschnitt gesehen, als „Stacheln" in Erscheinung treten.

An. testudo Ehrb. dürfte hier ihren Platz in der Reihe finden, am besten wohl zwischen An. brevispina und An. serrulata.

Einen völligen Schwund der Hinterdornen und einen glatten bogenförmig gerundeten Hinterrand des Panzers zeigt schließlich An. curvicornis Ehrb. Sie schließt, wie tecta bei An. cochlearis, als Endglied der Formenreihe.

Hand in Hand mit der allmählichen Reduktion des Hinterdornes geht in der Regel auch eine solche der Vorderdornen, die aber weit weniger in die Augen fällt, ebenso wie die oft auftretenden Variationen in der Struktur des Panzers durch stärkere oder schwächere Ausbildung von Punkten, Höckern, Dörnchen etc.

Der Vollständigkeit halber muß ich hier noch einige sehr eigentümliche Anschauungen *von Daday*'s (1897 S. 132) über Beziehungen zwischen An. aculeata und An. cochlearis anschließen, um so mehr, als dieselben sich mit Fragen befassen, die in der vorliegenden Arbeit vielfach behandelt werden. *von Daday* schreibt nach einer kurzen Schilderung des zeitlichen Vorkommens von An. aculeata und An. cochlearis im Plattensee (Balaton) folgendes:

„Übrigens halte ich es auch nicht für ausgeschlossen, daß diese beiden Arten nichts anderes sind als Saisonformen, welche sich zufolge Anpassung an äußere Umstände auseinander entwickeln. Ich meinesteils erblicke in der während des Sommers ungeheuer entwickelten Vegetation einen genügenden Grund dafür, daß Anuraea aculeata, der leichteren Ortsveränderung wegen, den einen Hinterstachel ihrer Deckschale aufgebe und sich damit zur Anuraea cochlearis umwandelt.

Und wenn ich in meinen Schlußfolgerungen noch weiter gehen wollte, könnte ich auch sagen, daß mit dem Zufrieren des Spiegels des Großen Balaton und dem gleichzeitigen Aufhören jeglichen Wellenschlages, Anuraea cochlearis ohne jeden bedeutenderen Nachteil, ja vielleicht sogar zu ihrem Vorteil dem paarlosen Fortsatz ihrer Deckschale entsagend, sich in Anuraea tecta oder Anuraea curvicornis umwandeln könne, aus welchen dann mit Eintritt des Frühlings die zur Lebensweise zwischen den Wellen geeignetere Anuraea aculeata sich entwickeln könne u. s. w. Die Widerlegung oder Bekräftigung dieser meinen Ansicht hängt natürlich von einer Reihe künftiger ununterbrochener Beobachtungen und dem Resultate derselben ab."

Nun, ich denke, daß meine Beobachtungen wohl diesem zuletzt aufgestellten Postulate entsprechen und völlig genügen, um *von Daday*'s Angaben als vage Spekulationen zu kennzeichnen. Der ungarische Forscher übersieht, daß An. cochlearis und An. aculeata zwei ganz getrennte Formenkreise darstellen, deren einzelne Glieder darum auch niemals von dem einen in den anderen übergehen können, wie es *von Daday* für An. aculeata—cochlearis und weiter für An. cochlearis—curvicornis annimmt.

Auch wäre, von all dem abgesehen, eine Anuraea aculeata, welche den einen Hinterdorn aufgiebt, doch noch lange keine An. cochlearis; so einfach ist die Sache denn doch nicht! Durchaus nicht einzusehen ist ferner, wie der Verlust eines Hinterdornes eine leichtere Ortsveränderung gewährleistet und warum gerade An. aculeata zur Lebensweise zwischen den Wellen besser geeignet sein soll als die übrigen genannten Arten.

In der Gattung Notholca stellen, worauf ich schon früher gelegentlich hingewiesen habe, die Arten N. acuminata Ehrb., N. labis Gosse, N. striata O. F. M. ebenfalls eine Reduktionsformenreihe dar. Ausgangspunkt ist die langgestreckte, spatelförmige, hinten in einen abgestutzten Fortsatz ausgezogene N. acuminata, aus welcher durch Verkürzung und Abschnürung des hinteren Fortsatzes N. labis hervorgeht, die ihrerseits wieder im wesentlichen durch Verlust des Fortsatzes und mehr flächenhafte Ausbreitung des Panzers zu der wappenschildförmigen N. striata wird[1]).

Als überaus variabel in Bezug auf die Ausbildung der Fortsätze des Panzers ist die Gattung Brachionus erkannt worden (*Wierzejsky* 1893, *Sniezek* 1895, *Rousselet* 1897, *Zacharias* 1898, *Weber* 1898[2]) etc.). Wohl den größten Wechsel in der Länge der Panzerdornen zeigt von allen Angehörigen der Gattung Br. bakeri Ehrb., eines der am längsten gekannten Rädertiere, dessen Variabilität *Rousselet* 1897 zum Gegenstand einer kleinen Abhandlung gemacht hat. Wie bei Anuraea cochlearis und A. aculeata können wir auch hier eine kontinuierliche Reduktionsformenreihe konstruieren. Den Ausgangspunkt bildet eine Form mit sehr langen, divergierenden lateralen Hinterdornen (*Rousselet*'s Fig. 4). Eine allmähliche Verkürzung der Dornen, welche mit einer Abnahme der Divergenz derselben Hand in Hand zu gehen pflegt, führt zum Typus und dann fortschreitend zu Br. brevispinus Ehrb. Die Form ohne laterale Hinterdornen, bei denen der hintere Panzerrand abgestutzt oder schließlich auch völlig abgerundet ist, stellt Brachionus rhenanus

[1]) Nach *Sniczek*'s Angaben (1895, S. 605) wäre nach der Ansicht *Wierzejsky*'s (1893) die Gattung Notholca nur durch eine einzige Art repräsentiert. Das ist sicher unrichtig; wo bleibt dann N. longispina Kellicot? Auch wird hier N. foliacea (Ehrb.) als Varietät zu N. acuminata gezogen. Ist aber N. foliacea synonym mit N. heptodon Perty, wie es z. B. *Weber* (1898) annimmt, so kann foliacea unmöglich in den Formenkreis von N. acuminata gezogen werden, da sie eine sehr wohl charakterisierte gute Art darstellt.

[2]) *Weber* (1898) zählt bei Br. pala und Br. bakeri nicht weniger als je 20 „Synonymes et Varietés" auf.

Lauterb. (1893) oder B. cluniorbicularis Skorikow (1894) dar. Hervorgehoben zu werden verdient, daß die Reduktion der Hinterdornen, ganz übereinstimmend mit dem, was wir bei Anuraea aculeata sahen, unter Umständen auch einseitig vor sich gehen kann: so bildet *Rousselet* (Fig. 13) ein Exemplar ab, bei dem die linke hintere Ecke des Panzers als breiter scharfer Zahn vorspringt, während die rechte völlig abgerundet erscheint.

Von weiteren Angehörigen der Gattung Brachionus, welche sich durch besondere Variabilität auszeichnen, wäre nächst Br. bakeri vor allem Br. pala Ehrb. zu nennen. *Weber* (1898 S. 671) hat schon hervorgehoben, wie schwer es ist, eine Artdiagnose aufzustellen, die auf alle Individuen paßt. Unsere Reduktionsformenreihe beginnt hier mit Exemplaren, bei denen die vom Körper abgesetzten lateralen Hinterdornen enorm entwickelt sind und in ihrer Länge diejenige des eigentlichen Panzers erreichen. Eine Verkürzung derselben auf die Hälfte oder ein Viertel der Panzerlänge führt zu Br. amphiceros Ehrb., ein völliges Verschwinden zum eigentlichen Br. pala Ehrb.; davon ist Br. dorcas Gosse nach *Bilfinger* (1894 S. 61) und *Zacharias* (1898 S. 115) nur eine Form mit langen dünnen Vorderdornen. *Wierzejsky*'s Figuren (1893, Taf. VI, Fig. 64—67) illustrieren diesen Entwickelungsgang recht gut[1]).

Sehr variabel in Bezug auf die Dimensionen seines Panzers ist Brachionus angularis Gosse, eine Art, die auffallenderweise von *Weber* (1898) gar nicht erwähnt wird. In ein und demselben Fang (Mai 1902 im Altrhein bei Roxheim) sah ich eiertragende Weibchen, deren Panzer von 170—230 μ in der Länge und zwischen 130—140 μ in der Breite variierte; bei Tieren, die noch keine Eier trugen, ging die Dimension oft auf 120 zu 85 μ herab. *Voigt* (1902), der diese Schwankungen auch beobachtete, giebt noch an, daß die größten Exemplare im Winter vorkommen; ferner erwähnt er aus einigen Gewässern Exemplare, die auf der Oberfläche des Panzers eine Gallerthülle ausgeschieden hatten. Ich kenne derartige Tiere ebenfalls; sie fallen besonders durch die der Gallerte anhaftende Schmutzkruste auf, welche die Struktur des Panzers oft völlig verdeckt, und finden sich besonders in kleinen seichten Gewässern mit nicht ganz reinem Wasser[1]). Neben diesen Variationen der Gesamtlänge und

[1]) Brachionus pentacanthus Francé (1894) gehört wohl ebenfalls in diesen Formenkreis. Bei ihm finden sich auffallenderweise statt der 6 Dornen am Vorderende nur 5, da an Stelle der beiden medianen Dornen nur ein einziger von beträchtlicher Länge entwickelt ist.

-breite des Panzers finden sich auch Variationen der vorderen und hinteren Dornen (letztere sind bald einfach zapfenförmig, bald mehr knopfförmig ausgebildet), aber dieselben fallen bei der Kleinheit der fraglichen Körperfortsätze kaum besonders auf.

Sehr wahrscheinlich dürfte sich eine Reduktionsformenreihe auch bei dem seltenen Brachionus polyacanthus Ehrb. nachweisen lassen. Derselbe ist eine „gute" Art und gehört durchaus nicht, wie *Weber* (1898, S. 669) anzunehmen scheint, in den Formenkreis von Br. pala Ehrb. *Ehrenberg*'s Originalfigur (1838) zeigt den Panzer an den Hinterecken in zwei lange gerade Hörner ausgezogen, welche in ihrer Länge derjenigen des eigentlichen Panzers annähernd gleichkommen. Die von mir in einem kleinen leicht austrocknenden Tümpel in der Nähe des Altrheins Roxheim beobachteten Exemplare hatten alle viel kleinere Hinterdornen, deren Länge sich zu der des Panzers etwa wie 1 : 5 verhielten.

Schließlich sei noch der Brachionus nahestehenden Gattung Schizocerca gedacht, die eine exquisite Sommerform darstellt (*Lauterborn* 1893 u. folgende, *Voigt* 1902[1]). Bei den von *von Daday* zuerst gefundenen Exemplaren, war, wie der Speciesname diversicornis andeutet, nur das rechte Hinterhorn mächtig entwickelt, während das linke nur schwach ausgebildet war. Später hat *Wierzejsky* (1893) eine Form mit zwei gleichlangen Hinterhörnern gefunden und als Var. homoceros bezeichnet und dieselbe, sowie ihre Übergänge zu diversicornis abgebildet (l. c. Taf. VI Fig. 72—75). Auch ich habe in Gewässern des Oberrheins alle Übergänge gefunden; einmal kam mir auch ein Exemplar zu Gesicht, bei dem beide Hinterhörner nur kurz stummelförmig ausgebildet waren, so daß die Möglichkeit der Aufstellung einer Reduktionsformenreihe hier nicht ausgeschlossen erscheint.

[1]) Bei dieser Gelegenheit sei beiläufig bemerkt, daß nach meinen Beobachtungen die in neuerer Zeit öfters erwähnten „schlauchförmigen Parasiten" der Rotatorien weitaus am häufigsten bei jenen Arten gefunden werden, welche in kleinen mehr oder weniger unreinen und darum meist auch reich von Chroococcaceen besiedelten Gewässern (Dorfteiche etc.) vorkommen. Gerade in diesen seichten Gewässern, wo der Austausch der Fauna und Flora des Bodens mit der des freien Wassers am leichtesten vor sich geht, wo außerdem auch immer viel gelöste organische Substanz im Wasser vorhanden ist, dürften die Bedingungen für Masseninfektionen am günstigsten sein. Dasselbe gilt auch für die niederen Parasiten der Crustaceen, sowohl der Entoparasiten als der Ectoparasiten (Amoebidium).

Cyklische Variation bei anderen Planktonorganismen des Süßwassers.

Abhängigkeit bestimmter Formen und Varietäten von der Jahreszeit sind außer bei den Rotatorien auch noch bei anderen pelagischen Organismen bekannt geworden, so vor allem bei Protozoen und Daphniden. Um das Bild, welches wir uns von der cyklischen Variation der Rotatorien gemacht haben, abzurunden, zu ergänzen und zu erweitern, dürfte es sich empfehlen die bisher beobachteten Fälle hier zu besprechen.

A. Protozoa.

1. Ceratium hirundinella O. F. M. — Schon vor 10 Jahren (1893) habe ich auf den auffallenden Variationsgang hingewiesen, den diese Dinoflagellate im Altrhein bei Neuhofen zeigt. Zur Zeit wo Ceratium etwas häufiger im Plankton aufzutreten beginnt, also etwa von Anfang April ab, findet man robuste breite Exemplare, hinten mit drei Hörner versehen, von denen die beiden äußeren stark divergieren[1]). Diese Gestalt wird bis gegen Juli hin bewahrt. Von da ab macht sich die Tendenz geltend, das linke Hinterhorn immer mehr zu verkürzen, bis es schließlich völlig verschwindet. Hand in Hand mit dieser Reduktion geht eine Verschmälerung des Querdurchmessers, sowie eine stetige Abnahme des Winkels, welchen das rechte Hinterhorn mit der Längsachse des Körpers bildet. Das Endresultat ist eine sehr schlanke Form mit langen Hörnern, die in ihrem Umrisse so dem marinen Ceratium furca Ehrb. gleicht, daß *Levander* dieselbe als var. furcoides bezeichnet hat. Ihr gehören so gut wie ausschließlich die zur Zeit des Häufigkeitsmaximums der Art (Ende Juli — Anfang September) auftretenden Individuen an; ebenso die letzten, Ende Oktober aus dem Plankton verschwindenden.

In den folgenden Jahren haben *Apstein* (1894), *Zacharias* (1894), *Wesenberg-Lund* (1900) u. a. ebenfalls cyklische Variation bei C. hirun-

[1]) Neuerdings habe ich den allerersten, also den den hibernierenden Cysten entschlüpfenden Individuen eine besondere Aufmerksamkeit zugewendet. Solche treten im Altrhein Neuhofen in den ersten Tagen des März, bisweilen aber auch schon Ende Februar (1903 ein Exemplar bereits am 14. II!) auf. Diese Vorläufer sind nun hinten zweihörnig, also genau wie die Exemplare, die im vorausgegangenen Herbst den Beschluß der Vegetationsperiode bildeten und nach ihrer Encystierung aus dem Plankton verschwanden. Die Umwandlung dieser Erstlinge in die breite hinten dreihörnige Frühlingsform muß sich aber relativ sehr rasch vollziehen, da man gegen den Mai hin so gut wie ausschließlich nur die letzteren findet.

dinella gefunden. Die beiden erstgenannten haben in den Gewässern Holsteins den Variationsgang, wie ich ihn für den Altrhein Neuhofen konstatierte, nicht nachweisen können; sie geben sogar an, daß dort der Variationsgang gerade umgekehrt verläuft, indem die hinten zweihörnigen Formen im Frühjahre, die hinten dreihörnigen im Herbste auftreten. *Wesenberg-Lund* (1900, S. 614) meldet dagegen, daß die Ceratien in kleineren Seen und Teichen Dänemarks „entweder keiner Temporalvariation unterworfen waren, indem sie das ganze Jahr hindurch vierhörnig waren, oder sich verhielten, wie *Lauterborn* es angiebt." Im Fursee verlief die Entwickelung nach der von *Apstein* und *Zacharias* angegebenen Weise.

Wie man sieht, zeigt C. hirundinella ganz ähnlich wie Anuraea cochlearis je nach der Lage und Beschaffenheit der Gewässer beträchtliche Verschiedenheiten im jährlichen Variationsgang, während sich derselbe in ein und demselben Gewässer sehr konstant verhält, wie die nunmehr zwölfjährigen Beobachtungen im Altrhein Neuhofen ergaben. Nehmen wir zu dieser cyklischen Variation noch die außerordentlich große lokale Variation der Art, die sich da wie dort nicht nur auf die Gestalt des Panzers und die Länge der Hörner, sondern auch auf die Struktur des Panzers erstreckt[1]), so erhellt daraus ohne weiteres, welch' hohe Bedeutung ein eingehendes und systematisches Studium der lokalen und temporalen Variation von Ceratium für die Fragen nach den Ursachen der Variabilität überhaupt haben müßte. Dazu kommt noch ein weiterer günstiger Umstand: Es manifestieren sich nämlich bei Ceratium die Reaktionen auf die wechselnden Einwirkungen des umgebenden Mediums nicht, wie bei Rotatorien und Crustaceen, an einem Komplex verschieden differenzierter Zellen, sondern konzentrieren sich auf eine einzige Zelle, wo sie für uns am augenfälligsten als Variationen in der Gestalt und Struktur der Zellmembran, des starren Panzers in Erscheinung treten.

[1]) So fand ich beispielsweise an Ceratien aus dem Mindelsee (nahe dem Bodensee) die Oberfläche des Panzers mit zahlreichen gekrümmten und gewundenen leistenartigen Vorsprüngen versehen, die ohne bestimmte Beziehung zu den Areolen verliefen. Noch weit stärker ausgeprägt, fand ich diesen Besatz mit Leisten bei Peridinium tabulatum Ehrb. (oder einer nahestehenden Art) aus dem Schliersee in Oberbayern und zwar in Material, das ich daselbst August 1891 sammelte. (Länge 62—70 μ, Breite 68—74 μ). Hier erscheint die Oberfläche des Panzers ganz rauh durch das Gewirre der vielfach gekrümmten und sich kreuzenden Leisten; die Erscheinung betraf alle Individuen der Art, die damals im Plankton überaus häufig war. Ich nenne diese Varietät var. maeandrica.

Dies dürfte vielleicht die Analyse des Anteils der einzelnen variationsbestimmenden Faktoren erleichtern[1]).

2. Dinobryon. — Während die Botaniker, die sich in den letzten Jahren besonders eifrig mit dem „Phytoplankton" beschäftigen, eine beträchtliche Zahl von Arten und Varietäten der Gattung Dinobryon aufgestellt haben (*Lemmermann* 1900, *Brunnthaler* 1901) neigen die Zoologen im Gegenteil mehr dazu, nur zwei „Haupttypen", nämlich D. sertularia Ehrb. und D. stipitatum Stein anzuerkennen (*Zacharias* 1883, *Wesenberg-Lund* 1900 etc.). Es ist nun auch nicht schwer eine kontinuierliche Formenreihe der Gehäuse[2]) aufzustellen, in welcher D. stipitatum das eine, D. sertularia das andere Ende einnimmt. Aber eine solche Reihe ist bis jetzt, was man nicht vergessen sollte, immer nur morphologisch konstruiert; ein Beweis dafür, daß die extremen Formen auch zeitlich ineinander übergehen, ist noch keineswegs erbracht. Denn aus der Tatsache, daß in seichten Gewässern D. stipitatum während des Sommers häufiger ist als D. sertularia, welche mehr in der kälteren Jahreshälfte herrscht,

[1]) Bei dieser Gelegenheit sei übrigens noch darauf aufmerksam gemacht, daß bei den früher geschilderten Variationen der Dornen und Hörner des Rotatorien-Panzers es sich im wesentlichen eigentlich auch nur um Größenvariationen einzelner Zellen handelt. Eine so bedeutende Länge diese Fortsätze auch erreichen mögen, so sehr ihre wechselnde Ausbildung auch den Habitus des Tieres zu alterieren im stande ist — sie dürften alle kaum mehr als den morphologischen Wert einer einzelnen Zelle beanspruchen. Man sieht nämlich (besonders bei den jüngeren Tieren) das Innere der betreffenden Fortsätze mit Plasma erfüllt und an ihrer Basis je einen Zellkern. Bei älteren Tieren zieht sich das Plasma mehr und mehr nach den Wänden und dem distalen Teil des Fortsatzes zurück, wie man an den Hinterdornen von Anuraea aculeata, A. cochlearis, bei Brachionus etc. beobachten kann.

[2]) Bei Dinobryon bestimmt die Gestalt der Gehäuse im wesentlichen auch den Habitus der ganzen Kolonie. Gehäuse, die wie bei gewissen Formen von D. stipitatum, außerordentlich in die Länge gestreckt und hinten in einen dünnen stielförmigen Fortsatz ausgezogen sind, können beispielsweise kaum jemals breite sperrige Kolonien mit stark divergierenden Ästen bilden, da in letzterem Falle bei der geringen Insertionsfläche der ineinander steckenden Gehäuse während des Schwimmens der Zusammenhang der Gehäuse stark gelockert würde. Wir sehen darum auch, daß die langen dünnen Gehäuse schmale Kolonien bilden, bei welchen die einzelnen Äste so spitze Winkel untereinander bilden, daß sie fast parallel gerichtet erscheinen, was offenbar die Fortbewegung beim Schwimmen sowie den Zusammenhalt der Kolonie unterstützt. Im Gegenteil hierzu sehen wir die breiten sperrigen Kolonien aus Gehäusen zusammengesetzt, deren basaler Teil mehr oder weniger breit kegelförmig ausläuft, was wohl eine größere Insertionsfläche der Gehäuse und damit einen festeren Zusammenhalt der Kolonie trotz der Divergenz der Äste bedingt.

darf man meines Erachtens noch keineswegs schließen, daß die beiden Formen auch direkt voneinander abstammen. Es wäre also noch zu beweisen, daß D. stipitatum, wie *Wesenberg-Lund* (1900, S. 615) annimmt, in großen Seen wesentlich eine Sommerform von D. sertularia ist.

Ein derartiger Beweis müßte sich nun meines Erachtens eigentlich gerade bei Dinobryon vielleicht leichter als bei anderen Planktonorganismen erbringen lassen. Denn bei den bäumchenförmigen Kolonien dieser Flagellate bleiben die aufeinanderfolgenden Generationen in festem Verbande, indem bei der Teilung die Tochterzelle ihr neues becherförmiges Gehäuse am inneren Mündungsrande des mütterlichen Gehäuses aufbaut, so daß also die in fortlaufender Reihe übereinander angeordneten Gehäuse eines Zweiges der Dinobryon-Kolonie ebenso viele zeitlich aufeinanderfolgende Generationen darstellen. Ist aber *Wesenberg-Lund*'s Anschauung richtig, daß in gewissen Seen D. sertularia vom Frühling zum Sommer durch Verlängerung des Stieles der Gehäuse, sowie durch Abnahme des Winkels, den die Zweige der Kolonie untereinander bilden, in D. stipitatum übergeht, welches dann wieder im Herbste durch Verkürzung der Stiele und Zunahme der Winkel zwischen den Zweigen sich in D. sertularia umwandelt, so müßte es doch möglich sein, im morphologischen Bau der Kolonie wenigstens die jeweilige Variationsrichtung zu erkennen. Man müßte also erwarten, an den in Frage stehenden Kolonien im Frühling eine an und für sich minimale, aber doch deutlich ausgesprochene allmähliche Verlängerung der Gehäuse und gegen den Herbst zu eine entsprechende Verkürzung der Gehäuse von der Basis zur Spitze hin konstatieren zu können. Seit langem überzeugt von der Möglichkeit, ja Wahrscheinlichkeit des cyklischen Variierens bei Dinobryon, habe ich zahlreiche Kolonien auf etwaige Verschiedenheiten im Bau der basalen und apikalen Gehäuse untersucht, aber nur mit teilweisem Erfolg. So fand ich beispielsweise im Bodensee (Untersee) Kolonien von D. cylindricum Imhof, bei denen die Länge der Gehäuse von der Basis zur Spitze nicht unbeträchtlich zunahm, indem die Länge der aufeinander folgenden Gehäuse eines Zweiges 63 μ, 64 μ, 66 μ, 72 μ, 77 μ betrug. Auch bei D. stipitatum Stein kommt ähnliches vor: hat doch *Imhof* auf derartige Kolonien mit allmählich sich verlängernden Gehäusen sein D. elongatum gegründet. Weiterhin ließ sich beobachten, daß an manchen Kolonien von D. stipitatum die basalen Gehäuse an ihrem Hinterende spitz kegelförmig gestaltet sind, während bei den apikalen das

Hinterende sich mehr und mehr stielförmig auszieht. Ebenso kommen Verschiedenheiten in der mehr oder weniger ausgeprägten Undulation der Gehäusewandung, sowie in dem Winkel der Zweige zur Längsachse der Kolonie etc. vor. Aber bei allen diesen nicht schwer zu beobachtenden Variationen bleibt doch immer der Gesamthabitus der Kolonie gewahrt: mir ist wenigstens nie eine Kolonie vorgekommen, die Charaktere etwa von stipitatum und sertularia in sich vereinte. Die Sache ist also, wie man sieht, noch keineswegs geklärt. Eine Entscheidung könnten nur kontinuierlich zahlreiche und peinlich genaue mikrometrische Messungen bringen und zwar an einem Materiale, das mindestens ein Jahr lang in ganz kurzen Zwischenräumen ein und demselben Wasserbecken entnommen wird[1]).

3. Trachelius und Dileptus. — Sehr eigentümliche Temporalvariationen glaubt *Wesenberg-Lund* (1900, S. 613) bei einem Infusor, dem Dileptus trachelioides Zach. gefunden zu haben.

Er ist geneigt „in Amphileptus flagellatus Rousselet, Trachelius ovum Ehrb., Dileptus trachelioides Zacharias eine und dieselbe Art zu sehen, die einer großen Temporal- und wahrscheinlich auch Lokalvariation unterworfen ist". Die Temporalvariation soll in der Weise vor sich gehen, „daß die Form im Winter eine kurze, beinahe kugelrunde ist, daß sie in denselben Gewässern gegen Frühling länglich wird und daß zuletzt in den Monaten Mai—Juni das Vorderende zahlreiche Zipfelbildungen aussendet."

Ich muß gestehen, daß ich diesen Anschauungen recht skeptisch gegenüber stehe. Zunächst möchte ich bemerken, daß ich während der langen Dauer meiner Planktonstudien niemals den typischen Trachelius ovum Ehrb. im freien Wasser gesehen habe. Ich kenne die Art nur als Mitglied der Grundfauna und habe sie besonders am Boden kleiner und kleinster Gewässer zwischen modernden Laube angetroffen. Die Trachelius-Art, welche in meinem Untersuchungsgebiet im freien Wasser als echtes Mitglied des Planktons vorkommt, ist Trachelius elephantinus Sveç. Letzterer erreicht hier in der wärmeren Jahreszeit seine relativ größte Häufigkeit, im Gegensatz zur Dileptus trachelioides Zach., der bei uns in der kälteren Jahreszeit am zahlreichsten ist. Es ist mir aber niemals gelungen, an dieser Art irgend welche Variationen wahrzu-

[1]) Bei Studien über die cyklische Variation von Dinobryon dürfte auch der Cystenbildung eine besondere Aufmerksamkeit zugewendet werden, da derselben möglicherweise eine Bedeutung beim Auftreten der einzelnen Formen zukommen könnte.

nehmen, die zu gunsten der oben mitgeteilten Anschauungen *Wesenberg-Lund*'s sprechen[1]).

B. Crustaceen.

Vielleicht am meisten in die Augen fallend und darum auch schon ziemlich lange bekannt und vielfach untersucht, ist die cyklische Variation bei Crustaceen, speziell bei jenen Daphniden, welche die freien Wasserflächen unserer Seen und Teiche bewohnen.

1. Daphnia. — Die meisten Beobachtungen beziehen sich auf Angehörige der Untergattung Hyalodaphnia, in erster Linie H. cucullata Sars, dann auf D. cristata Sars, sowie D. hyalina Leydig. (*Sars* 1890, *Zacharias* 1893, 1894, *Lundberg* 1894, *Apstein* 1896, *Stenroos* 1898, *Burckhardt* 1900, *Wesenberg-Lund* 1900, *Lilljeborg* 1901, *Steuer* 1902). Als allgemeines Resultat dieser in den verschiedensten Gegenden angestellten Untersuchungen ergab sich, daß bei den genannten, die im Winter die Fluten bevölkernden Individuen einen flachen niederen Kopf besitzen, der sich im Frühjahr immer mehr in die Länge streckt, bis schließlich, speziell bei H. cucullata Sars, Crustaceen im Hochsommer die Tiere mit einem mehr oder weniger

[1]) Dileptus trachelioides Zach. ist wie eine Anzahl anderer Infusorien des Süßwasserplanktons (Trachelius elephantinus Svec, Disematostoma Bütschlii Lauterb., Bursaridium Schewiakowii Lauterb.) ein überaus zarter und empfindlicher Organismus, der auf die allergeringsten schädigenden äußeren Einflüsse sofort durch eigentümliche Zerfließungserscheinungen reagiert, die vor allem den Rüssel betreffen. Exemplare, die ich im Winter unter der Eisdecke des Altrheins bei Neuhofen fing und sofort mit der Lupe betrachtete, zeigten alle einen langen Rüssel. Aber schon der Lebendtransport in einem Glase, in welchem das erbeutete Plankton auf einen weit geringeren Raum zusammengedrängt wird, als es in der freien Natur je vorkommt, weiter die Übertragung des lebenden Infusors aus dem Kulturgefäß auf den Objektträger genügte, um den Rüssel bedeutend zu alterieren. Ich habe mehrfach unter dem Mikroskope direkt beobachtet, wie der Rüssel durch allmähliches Zerfließen des distalen Teiles immer mehr reduziert wurde und schließlich ganz verschwand. Auf derartige offenkundig geschädigte Exemplare hat nun *Zacharias* (1894, S. 78—83) kritiklos ein geradezu abenteuerliches Hypothesengebäude aufgeführt. Die Exemplare mit verstümmeltem Rüssel sind für ihn Beweise, daß auch am Protozoenleib — „rudimentäre Organe" im Sinne *Darwin*'s vorkommen können! Exemplare ohne Rüssel, an denen *Zacharias* die Mundöffnung nicht mehr auffinden konnte, werden als „allervollkommenster Fall von Symbiose" vorgeführt, da diesen Tieren die Nahrung (in Gestalt von Zoochlorellen) „sozusagen" von innen her zuwächst, „ohne daß der geringste Kraftaufwand zu deren Erlangung erforderlich ist"! Höchst verdächtig ist auch der angebliche Teilungszustand auf Taf. II, Fig. 2a.

langen Helm ausgerüstet sind: nach Eintritt kalter Temperatur reduziert sich der Helm wieder und geht schließlich wieder in die Winterform über. Hand in Hand mit diesen Veränderungen gehen Variationen in der Länge des hinteren Schalenstachels und in der Zahl der Postabdominalzähne [1]).

Daß nicht nur die Bewohner größerer Wasserbecken, sondern auch die von Tümpeln etc. cyklische Variationen zeigen können, lehren uns die Beobachtungen *Stingelin*'s (1895, 1897). Derselbe beobachtete, daß in einem freien Aquarium des zoologischen Institutes zu Basel sich Daphnia pennata vom Frühjahr bis zum Herbst allmählich in D. pulex umwandelte, daß also beide vorher immer als besondere Arten aufgeführte Formen nichts anderes sind als Extreme einer kontinuierlichen Formenreihe. Für einen Bewohner schmutziger Tümpel und Teiche, Daphnia magna Straus, glaubte *Hartwig* (1897, S. 138) die Behauptung aussprechen zu dürfen, daß bei dieser besonders nach der Jahreszeit sehr variierenden Art „im Durchschnitt die Wintergenerationen kürzere Stacheln und zarten Schalen besitzen als die Sommergenerationen."

2. Ceriodaphnia. — Für diese Gattung giebt *Stingelin* ebenfalls eine temporale Variation bezüglich der Form und Größe des Panzers an (1897, S. 156—158). Die von ihm im August beobachteten Exemplare zeigten einen fast kreisrunden Panzer und waren von geringer Größe; sie gingen bis zum Oktober unter stetiger Größenzunahme in Formen über, deren Panzer viereckigen Umriß mit breit abgerundeten Winkeln aufwies.

3. Bosmina. — Diese zu den am häufigsten und zu allen Monaten des Jahres vorkommenden Mitgliedern des Planktons gehörende Daphnidengattung zeigt eine sehr ausgesprochene Neigung zum cyklischen Variieren, über die wir durch die Arbeiten von *Stingelin* 1895, *Stenroos* 1898, *Burckhardt* 1900, *Wesenberg-Lund* 1900, *Lilljeborg* 1900, *Steuer* 1901 gut unterrichtet sind. Die Beobachtungen beziehen sich vornehmlich auf B. longirostris O. F. M. — cornuta Jurine. In zahlreichen Gewässern des Oberrheins verläuft der Variationsgang dieser Art

1) Ich selbst habe bereits 1893 angegeben, daß ich die langhelmige Varietäten von H. cucullata, H. kahlbergensis Schödler und H. Cederströmii Schödler nur im Sommer gefunden habe; mit letzterem Namen bezeichnete ich die Varietät mit aufgebogenem Helm. — Bei dieser Gelegenheit möchte ich noch beiläufig bemerken, daß bei H cucullata die Zahl der Postabdominalzähne nicht nur bei den verschiedenen Individuen sondern auch bei ein und demselben Individuum schwankt, da ich beispielsweise bei einem Tier auf der linken Seite der Analspalte 7, auf der rechten 9, oder 7—8, 6—5 etc. Zähne fand.

ähnlich wie auch vielfach anderwärts derart, daß im Winter und Frühling große Formen mit langem gleichmäßig gebogenen Rüssel und langem hinteren Schalendorn auftreten (B. longirostris), die sich gegen den Hochsommer allmählich in kleine Formen mit kurzem hakenförmig gekrümmtem Rüssel und ganz kurzem stummelförmigen Schalendorn umwandeln (B. cornuta), worauf im Herbst wieder ein Übergang zu der Winterform erfolgt. Ob diesem Variationsgang eine allgemeine Bedeutung zukommt, scheint indessen zweifelhaft, da *Wesenberg-Lund* für dänische Gewässer konstatiert, daß dort cornuta überall gegen den Winter zu am häufigsten auftritt und in vielen Gewässern daselbst longirostris in der wärmsten Sommerzeit die allgemeine Form ist. Also genau das entgegengesetzte Verhalten, wie es *Stingelin* (1895, 1897, S. 158—159) für die Umgebung von Basel geschildert hat und ich es im Altrhein bei Neuhofen etc. seit einer Reihe von Jahren beobachte [1]).

Allgemeine Betrachtungen über cyklische oder temporale Variation („Cyklomorphose").

Überschauen wir die Reihe der Organismen, bei denen bis jetzt mit Bestimmtheit cyklische Variation nachgewiesen ist, so erkennen wir bald, daß die Variationsformen des wärmeren Wassers von denen des kälteren Wassers nach zwei Richtungen hin differieren: entweder zeigen die Sommerformen eine Vergrößerung der Oberfläche des Körpers und seiner Teile (Helm von Hyalodaphnia, Asplanchna nach *Wesenberg-Lund*, Höcker und Stacheln der Oberfläche des Panzers von Anuraea cochlearis, Hörner von Ceratium) oder aber aber es findet bei ihnen im Gegenteil eine Verringerung, gewissermaßen eine Kondensierung des Körpervolumens statt (Bosmina, Anuraea cochlearis als Gesamtart).

Bei Anuraea cochlearis sind also, so auffallend es auch im ersten Augenblick erscheinen mag, beide Variationsrichtungen vereinigt. Die Gesamtart als solche verkleinert zwar, wie meine Kurventafeln zur Genüge zeigen, mit Beginn der wärmeren Jahreszeit in einer Anzahl Gewässer die Dimensionen ihrer Länge und Breite, dafür tritt aber bei den Varietäten hispida und irregularis — gewissermaßen als Kompensierung für die Verminderung der Körpergröße —

[1]) Die von mir 1893 angeführte B. longispina ist nichts anderes als B. longirostris mit sehr langem hinterem Schalendorn.

auf dem Panzer ein dichter Besatz von Stacheln und Höckern auf, die in ihrer Gesamtheit die Oberfläche des Panzers beträchtlich vergrößern.

Wie sind diese Thatsachen zu erklären?

Es ist ein Verdienst von *Wesenberg-Lund* wohl als erster den Versuch gemacht zu haben, die periodischen Gestaltsveränderungen der pelagischen Organismen des Süßwassers von einem gemeinsamen Gesichtspunkt aus zu erklären. Er betrachtet (1900, S. 617—618) die unverkennbare Tendenz einer Anzahl Planktonorganismen zu einer bestimmten Zeit den Umfang der Organe zu vergrößern „als einen Ausdruck für die Bestrebungen, die von seiten der Organismen gemacht werden ... um ihr eigenes spezifisches Gewicht in Übereinstimmung mit der veränderten Tragkraft des Wassers im Frühling zu bringen, Veränderungen, die als äußeres Irritament auf die Organismen wirken." Und dieses „äußere Irritament" ist nach ihm die Veränderung im spezifischen Gewicht des Süßwassers, welches mit steigender Temperatur abnimmt.

Vor kurzem (1902) hat nun aber *W. Ostwald*, von rein theoretischem Standpunkte ausgehend, dargelegt, daß die Abnahme des spezifischen Gewichtes bei steigender Temperatur eine derart minimale ist, daß sie bei unseren Betrachtungen ruhig außer acht gelassen werden kann. Dagegen hat er auf die hohe Bedeutung der sogenannten „inneren Reibung" des Wassers hingewiesen, welche in hohem Maße von der Temperatur abhängig ist. Die innere Reibung nimmt ab mit steigender Temperatur; und zwar beträgt die Abnahme, bei 0^0 mit 100 angenommen, innerhalb der in der freien Natur allein in Betracht kommenden Temperaturskala von $0—40^0$ je $2—3\%$ pro 1^0. Das heißt mit anderen Worten: bei 25^0 — einer Temperatur, wie wir sie annähernd z. B. im Altrhein bei Neuhofen im Juli antreffen — beträgt die innere Reibung nur noch die Hälfte von derjenigen bei 0^0. Je geringer die innere Reibung, desto größer die Sinkgeschwindigkeit; letztere ist somit umgekehrt proportional der inneren Reibung, dann aber auch dem sogenannten „Formwiderstand", d. h. dem Verhältnis von Oberfläche und Gestalt des sinkenden Körpers (l. c. S. 600—603).

Unter Berücksichtigung dieser — in der Zukunft jedenfalls noch sehr fruchtbaren Erwägungen — erklärt sich in unserem Spezialfall die Bewehrung des Panzers von Anuraea cochlearis mit Dornen und Höckern, wie uns dieselbe bei den Sommervarietäten hispida und irregularis entgegentritt, als eine Einrichtung, welche der

sinkenden Tragkraft des sommerlich durchwärmten Wassers entgegenwirkt, indem durch die Rauhigkeiten des Panzers dessen Oberfläche und damit der Reibungswiderstand vergrößert und so die Schwebefähigkeit erhöht wird.

Nun könnte man einwerfen: Zugegeben, daß die erwähnte Bewehrung des Panzers in dem angedeuteten Sinne wirksam ist, wie erklärt sich dann aber die Thatsache, daß die kleine var. tecta, diese Miniaturausgabe der typischen An. cochlearis, diese Form ohne Höcker, ohne Hinterdorn, welche doch sicherlich eine weit geringere Oberfläche als die winterliche Riesenform var. macracantha aufweist, trotz alledem im Oberrhein gerade im Sommer am häufigsten ist?

Diesen Einwand habe ich mir auch gemacht; aber ich glaube, er läßt sich ganz gut entkräften. Betrachten wir einmal ganz unbefangen nebeneinander ein Individuum von macracantha und daneben ein solches von tecta! Ersteres macht in seinem ganzen Habitus den Eindruck des Schweren, Massigen, Robusten; letzteres den des Leichten, Gedrungenen, Zierlichen. Diese Kondensierung des Volumens bei tecta auf das geringst zulässige Maß hat aber zur Folge, daß der Körper der kleinen Form viel leichter wird als derjenige der größeren, zumal da in beiden die Ähnlichkeit in der Gestaltung desjenigen Teiles des Panzers, welcher die eigentlich vitalen Organe des Tieres umschließt, völlig gewahrt bleibt. Somit wäre also durch die Kondensierung des Körpervolumens derselbe Effekt erreicht, wie ihn die nach entgegengesetzter Richtung verlaufende Vergrößerung der Oberfläche des Körpers mit sich bringt: Erhöhung der Schwebefähigkeit!

Es dürfte sich kaum in Zweifel ziehen lassen, daß alle die geschilderten cyklischen oder temporalen Variationen als bestimmt gerichtete anzusprechen sind. Wir haben hier lückenlose Formenreihen vor uns, deren einzelne Glieder in Abhängigkeit von bestimmten äußeren, in ihrer Gesamtheit erkennbaren, aber im einzelnen noch nicht genügend analysierten Bedingungen, im Kreislauf des Jahres so gesetzmäßig aufeinander folgen, daß es beispielsweise bei Anuraea cochlearis möglich wäre, aus der Durchschnittsgröße und dem Habitus der in einer Planktonprobe vorkommenden Individuen einen Rückschluß auf den Zeitpunkt des Fanges zu machen.

Auf die Ausprägung derartiger Formenreihen scheint mir nun die Art und Weise der Fortpflanzung einen bedeutsamen Einfluß auszuüben. Wir sehen nämlich, daß alle Organismen, bei denen bis jetzt sicher cyklische Variation nachgewiesen wurde, im stande sind,

sich viele Generationen hindurch monogonisch zu vermehren, sei es durch Teilung (Ceratium), sei es durch Parthenogenese (Rotatorien, Daphniden); Hand in Hand damit geht, daß die individuelle Entwickelung sehr rasch und direkt, d. h. ohne Einschiebung eines Larvenstadiums verläuft.

Halten wir uns zur näheren Begründung dieser Behauptung einmal speziell an die Rotatorien und Daphniden! Bei ihnen geht die Vermehrung der Art eine lange Reihe von Generationen hindurch ausschließlich auf dem Wege der Parthenogenese vor sich, bis einmal eine geschlechtliche Generation eintritt[1]), d. h. bis Männchen auftreten, welche die Jungferweibchen befruchten und so zur Bildung von Dauereiern Veranlassung geben, womit normalerweise der Generationscyklus der Art auf längere oder kürzere Zeit unterbrochen ist. Während der ganzen Zeit der parthenogenetischen Fortpflanzung laufen also die einzelnen Generationsreihen, d. h. alle in direkter Folge voneinander abstammenden Descendenten der den Ausgangspunkt der Entwickelung bildenden befruchteten Weibchen, völlig unabhängig nebeneinander her.

Eine einmal eingeschlagene Variationsrichtung, bei welcher die zeitlich aufeinander folgenden Generationen sich auch morphologisch immer mehr vom Ausgangspunkt entfernen — wie wir es z. B. bei An. cochlearis in der macracantha- typica- tecta-Reihe sahen — kann darum auch von Anfang bis zu Ende sich völlig ungestört abwickeln, da, solange Männchen fehlen, eine Kreuzung und damit eine Kompensierung oder Abschwächung des einmal erreichten Variationseffektes, wie eine solche bei der geschlechtlichen Vermischung zweier getrennter, vielleicht mit verschiedener Variationstendenz begabter oder auf verschiedener Stufe des Variationsganges stehender Individuen doch eintreten müßte, von vornherein ausgeschlossen erscheint.

Um sich von der Bedeutung der monogonischen Fortpflanzung

[1]) Bereits früher (1894) habe ich einmal gelegentlich darauf hingewiesen, daß die Daphnidengattung Bosmina keineswegs durchgängig acyklisch, sondern teilweise dicyklisch ist. Ich sehe wenigstens bei Bosmina longirostris cornuta in den verschiedensten Gewässern des Oberrheins, in Ebene und Gebirg, seit 12 Jahren regelmäßig im Mai (genauer Ende April bis Anfang Juni) und dann wiederum im November (bisweilen schon Ende Oktober) Männchen und Dauereier auftreten. Vor und während der Zeit der Geschlechtsperioden sind die Tiere in großen Mengen vorhanden, unmittelbar darauf erleidet der Bestand eine gewaltige Reduktion, Erscheinungen, die sich übrigens auch bei den Geschlechtsperioden der Rädertiere in ähnlicher Weise beobachten lassen.

für die Ausprägung cyklischer Variationsreihen zu überzeugen, giebt es noch einen Weg. Wir brauchen nämlich nur die pelagischen Organismen des Süßwassers zum Vergleich heranzuziehen, bei denen Teilung oder Parthenogenese völlig fehlt, also vor allem die Copepoden. Obwohl dieselben, speziell die Gattungen Cyclops und Diaptomus, zum perennierenden Plankton gehören und einer bedeutenden lokalen Variation unterworfen sind, ist doch von einer temporalen Variation bei ihnen nichts bekannt geworden. Der Grund dieses Verhaltens dürfte wohl darin zu suchen sein, daß — abgesehen von der langen Dauer des Larvenlebens, welche die Zahl der in einem Jahre auftretenden Generationen beträchtlich herabsetzt — bei ihnen auf jeder Generation eine „Amphimixis" stattfindet. Und eine Wirkung der Amphimixis ist ja nach *Weismann*: „zunehmende Einengung der Variationsbreite oder wie wir gewöhnlich sagen: allmähliches Konstantwerden des Formenkreises: Verdichtung zu einer Art"[1]).

Ein Überblick auf das bisher Gewonnene zeigt nun also in einer Reihe von Fällen bei Protozoen, Rotatorien und Crustaceen periodische Variationen, die alle das Charakteristische an sich tragen, daß der jährliche Gang der Gestaltsveränderung mit dem jährlichen Gang der Temperatur des betreffenden Wasserbeckens in Korrelation steht. Wie nun die Temperaturkurve im Kreislauf des Jahres immer wieder in sich selbst zurückläuft, wie also diese Kurve, nachdem sie im Hochsommer ihren Gipfelpunkt erreicht hat, in den folgenden Monaten wieder allmählich zu ihrem Ausgangspunkt zurücksinkt, so laufen auch alle die hierher gehörigen Variationen, so sehr sich dieselben auch vom Frühling bis zum Hochsommer von der angenommenen Ausgangsform entfernt haben mögen, dennoch im Herbst und Winter doch ganz allmählich wieder in die Ausgangsform zurück. Wir haben somit hier geschlossene Variationsreihen oder richtige Variationskreise[2]). Man könnte darum vielleicht auch alle jene periodischen Gestaltsveränderungen, die in Abhängigkeit von den mit dem Jahrescyklus wechselnden Existenzbedingungen des Mediums verlaufen, und die bisher als cyklische oder Temporal-Variationen, als Saison-Polymorphismus bezeichnet wurden, als „Cyclomorphosen" zusammen-

[1]) *A. Weismann:* Vorträge über Descendenztheorie 1902, Bd. II, S. 235.

[2]) Das anschaulichste Bild dieser geschlossenen Variationsreihen würde sich ergeben, wenn man die einzelnen Glieder der Reihe auf einen Cylindermantel (oder nach Art der Darstellung der sog. „Zeugungskreise" bei Protozoen) aufzeichnen wollte.

fassen. Dieser Ausdruck klingt für mein Empfinden zum mindesten besser als das häßliche Bastardwort „Saisonpolymorphismus".

Schlußwort.

Ich möchte diese Arbeit nicht schließen, ohne noch auf einige Punkte hinzuweisen, die bei künftiger Untersuchung der cyklischen Variation von Anuraea cochlearis (und wohl auch anderer Organismen) Berücksichtigung verdienen.

Obwohl ich glaube, daß es gelungen ist, die Hauptvariationsreihen von An. cochlearis in großen Zügen festzulegen, bilde ich mir doch keineswegs ein, den Formenkreis der so überaus plastischen Art erschöpft zu haben. Fernere Untersuchungen an anderen Gewässern werden uns sicher noch mit einer Reihe weiterer Formen bekannt machen. Besondere Beachtung würde hierbei die Frage nach einer eventuellen Korrelation zwischen der physischen und biologischen Beschaffenheit des Gewässers und der morphologischen Ausgestaltung des Panzers verdienen.

Einer sehr bedeutenden Ausdehnung sind auch die Beobachtungen über die cyklische oder temporale Variation fähig. Zunächst einmal in rein zahlenmäßiger Richtung: also statt der 25 oder 50 gemessenen Exemplare pro Monat deren einige Hundert! Erwünscht wäre es dabei, auch von den einzelnen Monaten *Galton*'sche Kurven zu konstruieren und nicht nur, wie ich es gethan habe, für die Gesamtsumme des Jahres. Wenn derartige Untersuchungen nach einem einheitlichen Plane gleichzeitig von verschiedenen Forschern in verschiedenen Gegenden an Gewässern von möglichst verschiedenen Existenzbedingungen vorgenommen würden — was bei der weiten Verbreitung und Häufigkeit von An. cochlearis nicht schwer fallen könnte — und wenn diesen Studien gleichzeitig korrespondierende Untersuchungen über die jeweilige physikalische und chemische Beschaffenheit des Wassers (Temperatur, Tragkraft, Gehalt an gelösten anorganischen und organischen Stoffen, Gasen etc.) parallel laufen würden, so braucht man kein Prophet zu sein, um schon jetzt vorauszusagen, daß dadurch unsere Einsicht in die Gesetze des Variierens ganz bedeutend vertieft werden würden[1]).

[1]) Genau dasselbe gilt natürlich auch von einem planmäßigen Studium der Variation bei Ceratium, Hyalodaphnia, Bosmina etc.

Ganz dunkel ist auch noch, in welcher Beziehung die Bildung von Dauereiern bei Rotatorien und Cladoceren zur cyklischen Variation steht; es ist doch kaum anzunehmen, daß dieselbe ohne Einfluß auf den Gang der Variation sein sollte[1]).

Speziell bei An. cochlearis ist ein wichtiger Punkt noch besonderer Aufklärung bedürftig. Wie kommt es doch, daß bei dieser Art, wie wir es im Altrhein Neuhofen etc. sahen, aus einer doch mehr oder weniger einheitlichen Winterform sich mit Beginn der wärmeren Jahreszeit gleichzeitig drei Variationsreihen mit so differierenden Endgliedern (tecta, hispida, irregularis) entwickeln, da doch auf alle drei Reihen dieselben äußeren Bedingungen einwirken? Ferner: ist ein und dasselbe Weibchen im stande, in den nacheinander abgelegten Eiern auch nacheinander die aufeinander folgenden Stadien einer Variationsreihe zu erzeugen, oder entwickeln sich aus dem ganzen Gelege eines Weibchens lauter unter sich gleiche Tiere? Für An. cochlearis wie für die pelagischen Rädertiere überhaupt, ist die Beantwortung der Frage sehr schwierig. Günstiger scheinen die Verhältnisse bei den Daphniden zu liegen. Hier ist von *Burckhardt* und *Wesenberg-Lund* beobachtet worden, daß im Sommer die Jungen, welche sich im Brutraum der Mutter entwickeln, einen relativ längeren Helm als letztere aufweisen[2]).

[1]) Es ist auffallend, wie selten bei Anuraea cochlearis Dauereier zur Beobachtung gelangen; ich habe dieselben bis jetzt erst im November gesehen.

[2]) Nach *Wesenberg-Lund* (1900 S. 649) spielt bei der Helmbildung der Hyalodaphnien auch die Häutung dieser Crustaceen eine Rolle. Er sagt darüber: „Die Helmbildung bei den Hyalodaphnien scheint also teils dadurch hervorzukommen, daß die Helme nach jeder Häutung länger werden, teils dadurch, daß die Jungen mit längeren Helmen geboren werden als die Muttertiere." Ist das erstere wirklich der Fall, findet also wirklich eine Beeinflussung des erwachsenen Tieres statt, so ist meine Auffassung, daß Veränderungen des Mediums nur auf die Keimzellen der Mutter resp. auf die sich entwickelnden Eier einwirken, in Frage gestellt. Indessen ist meines Erachtens ein zwingender Schluß, daß die Helme von Hyalodaphnia nach einer Häutung sich verändern, bis jetzt noch gar nicht erbracht. Denn der von *Wesenberg-Lund* als Beweis angeführte Fall, daß im Herbst bei der Häutung der innerhalb der alten Schale neu angelegte Helm kürzer ist als derjenige der alten Schale, besagt doch noch nichts. Der neue Helm muß doch wohl immer kürzer sein als der ihn umschließende alte; er erreicht seine volle Größe ja erst, wenn die beengende alte Schale abgeworfen und der neue Panzer völlig erhärtet ist. Meine Auffassung wäre erst gefährdet, wenn sich der Nachweis erbringen ließe, daß im Frühling und Sommer nach jeder Häutung der Helm länger würde. Und da ist es doch wohl kaum ein bloßer Zufall, wenn ein so erfahrener Beobachter wie *Wesenberg-Lund* zugesteht, daß er gerade nach dieser Richtung hin keinen Beweis habe liefern können!

Es ist somit vielleicht auch bei Rotatorien keineswegs ausgeschlossen, daß hier ein und dasselbe Weibchen im stande ist in Gestalt einer Anzahl aufeinander folgenden Generationen auch ebensoviele aufeinanderfolgende Stadien einer beliebigen Variationsreihe produzieren. Um aber diese Fragen von Grund auf richtig anzufassen, müßte aber vorallem bekannt sein, wie lange überhaupt ein Weibchen von An. cochlearis zu leben im stande ist. Durch die früher erwähnten Versuche von *Maupas* wissen wir, daß ein Weibchen von Hydatina senta eine Lebensdauer von 13 Tagen erreicht; aber diese Beobachtungen beziehen sich auf Tiere, die unter den günstigsten Bedingungen kultiviert werden. Trotzdem glaube ich nicht, daß wir sehr fehl gehen, wenn wir die oben erwähnte Lebensdauer auch für An. cochlearis substituieren; sie würde im Sommer bei der Schnelligkeit der Vermehrung schon genügen, um eine größere Anzahl von Generationen und damit eventuell auch eine größere Anzahl von Repräsentanten aufeinanderfolgenden Stadien einer Variationsreihe aus einem und demselben Weibchen hervorgehen zu lassen.

Ludwigshafen a. Rhein, Ostern 1903.

Citierte Literatur des I. und II. Teiles dieser Arbeit.

1889. *Asper* und *Heuscher*, Zur Naturgeschichte der Alpenseen. In: Ber. über die Tätigkeit der St. Gall. naturw. Gesellsch. 1886—87, S. 246.

1896. *Apstein, C.*, Das Süsswasserplankton.

1894. *Bilfinger, L.*, Zur Rotatorienfauna Württembergs. Zweiter Beitrag. In Jahreshefte Ver. f. Naturkunde in Württemberg 1894, S. 35—65.

1901. *Brunnthaler, J.*, Die koloniebildenden Dinobryon-Arten (Subgenus: Eudinobryon Lauterborn). In: Verhandlung. Zool. Bot. Verein Wien. Bd. LI, S. 293—306.

1900. *Burckhardt, G.*, Faunistische und systematische Studien über das Zooplankton der größeren Seen der Schweiz und ihrer Grenzgebiete. In: Revue suisse de Zoologie, Bd. 7 (1899), S. 353—713.

1883. *Crisp, F.*, New Suiss Rotatoria. In: Zool. Anzeiger Bd. VI, S. 564.

1897. *Von Daday, E.*, Rotatorien. In: Resultate der wissenschaftlichen Erforschung des Balatonsees. S. 123—143. — Wien 1897.

1895. *Eckstein, E.*, Die Rotatorienfauna des Müggelsees. In: Zeitschr. f. Fischerei und deren Hilfswissenschaften.

183?. *Ehrenberg, C. G.*, Die Infusionstierchen.

1894. *Francé, R.*, Adatok Budapest Rotatoria-Faunájához. In: Term. Füzetek Vol. XVII, p. 112—124 (ungar.), S. 166—184 (deutsch).

1897. *Hartwig, W.,* Zur Verbreitung der niederen Crustaceen in der Provinz Brandenburg. In: Forschungsb. der. Biol. Station Plön. Bd. V, S. 115—149.

1886—1889. *Hudson, C. T.* und *Gosse, P. H.,* The Rotifera. 2 Bd. u. Suppl.

1894. *Jägerskiöld, L. A.,* Über zwei baltische Varietäten der Gattung Anurea. In: Zool. Anzeiger Bd. XVII, S. 17—20.

1883. *Imhof, O. E.,* Studien zur Kenntnis der pelagischen Fauna der Schweizerseen. In: Zool. Anzeiger Bd. VI, S. 470.

1885. *Imhof, E. O.,* Die Rotatorien als Mitglieder der pelagischen und Tiefenfauna der Süßwasserbecken. In: Zool. Anzeiger Bd. VIII, S. 322.

1896. *Kellicot, D. S.,* The Rotifera of Sandusky Bay. In: Proceedings. Amerik. Microscop. Soc. 1896, S. 155—164.

1893. *Lauterborn, R.,* Über Periodicität im Auftreten und in der Fortpflanzung einiger pelagischer Organismen des Rheins und seiner Altwasser. In: Verhandl. Naturh.-Med. Verein Heidelberg. N. F. Bd. V, S. 1—22.

1894. *Lauterborn, R.,* Über die Winterfauna einiger Gewässer der Oberrheinebene. Mit Beschreibungen neuer Protozoen. In: Biolog. Centralbl. Bd. XIV, S. 390—396.

1898. *Lauterborn, R.,* Über die cyklische Fortpflanzung limnetischer Rotatorien. In: Biol. Centralblatt Bd. XVIII, S. 173—183.

1898. *Lauterborn, R.,* Vorläufige Mitteilungen über den Variationskreis von Anuraea cochlearis Gosse. In: Zoolog. Anzeiger Bd. XXI, S. 597—604.

1900. *Lemmermann, E.,* Beiträge zur Kenntnis der Planktonalgen. XI. Die Gattung Dinobryon Ehrb. In: Ber. Deutsch. Bot. Gesellschaft Bd. XVIII, S. 500—524.

1894. *Levander, K. M.,* Materialien zur Kenntnis der Wasserfauna in der Umgebung von Helsingfors, mit besonderer Berücksichtigung der Meeresfauna. II. Rotatoria. In: Acta Soc. par Fauna et Flora Fennica. Bd. XII Nr. 3, S. 1—72.

1900. *Levander, K. M.,* Zur Kenntnis des Lebens in den stehenden Kleingewässern auf den Skäreninseln. In: Acta Soc. par Fauna et Flora fennica. Bd. XVIII Nr. 6, S. 1—106.

1900. *Lilljeborg, W.,* Cladocera Sueciae. In: Nova acta reg. Soc. Scient. Upsal. III. Ser. Vol. XIX.

1894. *Lundberg, R.,* The postembryonal development of the Daphnids. In: Bihang K. Svensk. West. Akad. Handlingar Bd. 20 Afd. IV Nr. 2.

1890. *Maupas, E.,* Sur la multiplication et la fécondation de l'Hydatina senta. In: Compt. rend. Ac. de Science. Paris Tome 111, Nr. 6 u. 14.

1891. *Maupas, E.,* Sur le déterminisme de la sexualité chez l'Hydatina senta. In: Compt. rend. Acad. Scienc. Paris Tome 113, Nr. 11, p. 388—390.

1897. *Nussbaum, M.,* Die Entstehung des Geschlechts bei Hydatina senta. In: Arch. Mikr. Anatomie, Bd. 49, S. 227—308.

1902. *Ostwald, W.,* Zur Theorie des Planktons. In: Biol. Centralbl. Bd. XXII, S. 596—605, 609—638.

1895. *Rousselet, Ch. F.,* On Diplois trigona n. sp. and other Rotifers. In: Journal Quekett Micr. Club. Vol. VI Ser. II, p. 119—126.

1897. *Rousselet, Ch. F.,* Brachionus Bakeri and its varieties. In: Journal Quekett Micr. Club. Ser. 2, Vol. 6, p. 328—332.

1902. *Rousselet, Ch. F.*, The Genus Synchaeta. In: Journal Royal Micr. Society 1902, p. 269—290, 393—411.
1890. *Sars, O.*, Oversigt af Norges Crustaceer, (Branchiopoda, Ostracoda, Cirripedia.) In: Forhandl. Christiania Vidensk. Selskab 1890 Nr. 1, S. 31.
1859. *Schmarda, L. K.*, Neue wirbellose Tiere etc. Bd. I: Turbellarien, Rotatorien, Annelliden. Leipzig 1859.
1895. *Sniezek, J.*, Bemerkungen zu den jüngst aufgestellten Brachionus-Arten. In: Biol. Centralblatt Jahrg. XV, S. 602—605.
1898. *Stenroos*, Das Tierleben im Nurmijärvi-See. In: Acta Soc. pro Fauna et Flora fennica Bd. 17.
1901. *Steuer, A.*, Die Entomostrakenfauna der „alten Donau" bei Wien. In: Zool. Jahrbücher. Abteil. f. Systematik etc. Bd. XV, S. 1—154.
1895. *Stingelin, Ph.*, Die Cladoceren der Umgebung von Basel. In: Revue Suisse de Zoologie. Bd. III, S. 161—274.
1897. *Stingelin, Ph.*, Über jahreszeitliche, individuelle und lokale Variation bei Crustaceen etc. In: Forschungsb. Biol. Station Plön. Bd. 5, S. 150.
1902. *Voigt, M.*, Die Rotatorien und Gastrotrichen der Umgebung von Plön. In: Zool. Anzeiger Bd. XXV, S. 673—681.
1898. *Weber, E. F.*, Fauna rotatorienen du bassin du Léman. In: Revue Suisse de Zoologie, Tome V, p. 263—785. Mit 15 Tafeln.
1900. *Wesenberg-Lund*, Von der Abhängigkeit zwischen dem Bau der Planktonorganismen und dem spezifischen Gewicht des Süßwassers. In: Biol. Centralblatt, Bd. XX, S. 606—619, 644—656.
1893. *Wierzejsky, A.*, Rotatoria (Wrotki) Galicyi. Krakau.
1893. *Zacharias, O.*, Biologische Mitteilungen. Variabilität In: Forschungsber. Biol. Station Bd. 1, S. 40—44.
1894. *Zacharias, O.*, Faunistische Mitteilungen. In: Forschungsber. Biol. Station Plön. Bd. II, S. 57—90.
1894. *Zacharias, O.*, Beobachtungen am Plankton des großen Plöner-Sees. In: Forschungsber. Biol. Station Plön. Bd. 2, S. 91—137.
1898. *Zacharias, O.*, Untersuchungen über das Plankton der Teichgewässer. In: Forschungsberichte Biol. Station Plön, Bd. 6, Abt. 2, S. 1.

Inhalt.

		Seite
Teil I. Morphologische Gliederung des Formenkreises.		
Einleitung	412	1
Morphologie des Variationskreises von Anuraea cochlearis Gosse	417	6
Die typische Form	420	6
Die Variationen von Anuraea cochlearis	420	9
I. Die macracantha-typica-tecta-Reihe	421	10
II. Die hispida-Reihe	430	19
III. Die irregularis-Reihe	431	20
IV. Die robusta-Gruppe	435	24
Anuraea-Arten aus dem Formenkreis der A. cochlearis in der Literatur	437	26
Tafelerklärung	447	36
Teil II. Die cyklische oder temporale Variation von Anuraea cochlearis.		
1. Der jährliche Variationsgang von Anuraea cochlearis im Altrhein bei Neuhofen	530	2
2. Der jährliche Variationsgang von Anuraea cochlearis im Altrhein bei Roxheim	545	17
3. Der jährliche Variationsgang von Anuraea cochlearis in einem Feldteich bei Bobenheim	554	26
4. Der jährliche Variationsgang von Anuraea cochlearis in Buchten des Rheins oberhalb Ludwigshafen	559	31
5. Der jährliche Variationsgang von Anuraea cochlearis in einem Teiche bei Maudach	565	37
6. Der jährliche Variationsgang von Anuraea cochlearis in einem Torfteiche bei Neuhofen	570	42
7. Der jährliche Variationsgang von Anuraea cochlearis in Lehmgruben bei Ludwigshafen	575	47
Cyklische Variationen von Anuraea cochlearis in anderen Gewässern des Oberrheingebietes	579	51
8. Lauf des Oberrheins	579	51
9. Bodensee	580	52
10. Seen des Schwarzwaldes	583	55
11. Seen der Vogesen	583	55
12. Gewässer des Pfälzerwaldes	584	56
a) Vogelwoog bei Kaiserslautern	584	56
b) Hohenecker Weiher bei Kaiserslautern	586	58
Vergleichende Betrachtungen über die cyklische Variation von Anuraea cochlearis	587	59

Seite

Cyklische Variation sowie Ausbildung von Variationsreihen bei anderen Rotatorien 595 67

Cyklische Variation bei anderen Planktonorganismen des Süsswassers 603 75

A. Protozoa: Ceratium S. 603. Dinobryon S. 605, Trachelius und Dileptus S. 607.

B. Crustacea: Daphnia S. 608, Ceriodaphnia S. 609, Bosmina S. 609.

Allgemeine Bemerkungen über cyklische oder temporale Variation („Cyclomorphose“) 610 82

Schlußwort 615 87

Literatur 617 89

(Sonderabzüge, ausgegeben den 30. September 1903.)

Kraftlinienwanderung als Grundhypothese für die Maxwell-Hertz'sche Theorie.

Von

R. H. Weber.

Bei der Ableitung der *Maxwell*'schen Gleichungen geht man gewöhnlich von dem Magnetfeld stationärer Ströme aus und zeigt dann, daß, bis auf konstante Faktoren, ein $\frac{\partial E}{\partial t}$ einem $\frac{\partial e}{\partial t}$, also einer Strömung äquivalent ist. E ist der elektrische Vektor, e eine Ladung (*Helmholtz*, Vorlesungen über die elektromagnetische Theorie des Lichtes § 11). Der innere logische Zusammenhang bietet dabei aber einige Schwierigkeit, besonders, wenn man sich vollkommen auf den Boden der Nahewirkung stellt.

Man erklärt in der Theorie der Kraftlinien den Leitungsstrom durch die Kraftlinienzahl, die in der Zeiteinheit verfallen würde, wenn nicht dauernd Energie nachgeliefert würde (*E. Cohn*, Das elektromagnetische Feld, pag. 131). In der That verfallen auch bei stationärer Strömung im Leiter dauernd Kraftlinien, während am Orte der elektromagnetischen Kraft neue erzeugt werden. In dem umgebenden Raume aber findet eine Änderung scheinbar nicht statt, so daß der Strom scheinbar durch Fernwirkung das Magnetfeld erzeugt. Mit anderen Worten dargestellt: Das Feld eines stationären Stromes läßt sich bezüglich seiner rein elektrischen Eigenschaften — wenigstens in abgegrenzten endlichen Gebieten — durch das einer geeigneten elektrischen Verteilung ersetzen. Ein Unterschied ist nur vorhanden einerseits in dem überall befindlichen Magnetfeld, andererseits in dem in einigen wenigen Gebieten vorhandenen elektrischen Strome. Das Nahewirkungsgesetz verlangt aber, daß die Ursache zu einem solchen Magnetfelde am Orte des Magnetfeldes selbst zu suchen ist. Der Zweck dieser Zeilen ist es, zu zeigen, daß wir vollkommen berechtigt sind, einen weiteren Unterschied zwischen dem Felde elektrischer

Ströme und dem der entsprechenden Ladung überall im Raume anzunehmen, nämlich in einer Wanderung der Kraftlinien. Eine quantitative Hypothese hierüber umfaßt dann, wie gezeigt wird, die *Maxwell*'schen Gleichungen in ihrer allgemeinsten Form.

Da die Kraftlinien selber nur ein Bild sind, so darf diese Betrachtung auch nur als ein Bild für irgend welche uns nicht bekannte Thatsachen, die aber ebenso lokaler Natur sind, aufgefaßt werden. Neue Folgerungen sind daraus nicht zu erwarten.

Wir definieren die Kraftlinien quantitativ in der allgemein gebräuchlichen Weise. Eine in einem Punkte befindliche Elektrizitätsmenge e sendet in den umgebenden Raum $4\pi e$ Kraftlinien. Es folgt daraus, daß die Kraftliniendichte an irgend einem Punkte des Raumes bei beliebiger elektrischer Verteilung

$$N = \varepsilon E$$

ist. E ist der elektrische Vektor, $1/\varepsilon$ der Proportionalitätsfaktor im *Coulomb*'schen Gesetze. Es folgt ferner

$$\int N_n \, do = 4\pi \Sigma e,$$

wenn N_n die Normalkomponente der Kraftliniendichte zum Oberflächenelement do bedeutet, und die Integration über eine geschlossene Fläche zu erstrecken ist. Σe ist die Summe aller eingeschlossenen Elektrizitätsmengen. Aus dieser Gleichung folgt durch Übergang zum unendlich Kleinen die *Poisson*'sche Gleichung.

Grundhypothesen.

Es sei x, y, z ein Rechtssystem (Fig. 1).

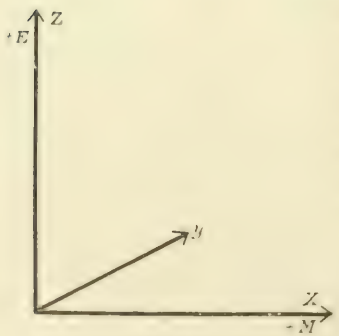


Fig. 1.

1. Tritt im Punkte x, y, z durch eine zu x parallele Längeneinheit die Zahl n von elektrischen Kraftlinien, die parallel zu + z gerichtet sind und in der Richtung + y wandern, in der Zeiteinheit hindurch, so ist hiermit zwangsweise ein Magnetfeld von der Richtung + x verbunden, das die Größe hat

$$M = \frac{n}{c} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (1).$$

c ist die Lichtgeschwindigkeit.

2. Desgleichen: Tritt in demselben Punkte in gleicher Richtung wandernd die Anzahl m von magnetischen Kraftlinien, die parallel mit + x gerichtet sind durch eine zu z parallele Längeneinheit in der Zeit-

einheit hindurch, so ist damit ein elektrisches Feld in der Richtung + z verbunden, von der Größe

$$E = \frac{m}{c} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (2).$$

Stationäre Ströme.

Zwei Punkte, die die Elektrizitätsmengen + e und — e enthalten, sollen sich in einem gegen alle sonst in Betracht kommenden Längen großen Abstande befinden (Fig. 2). Von + e gehen $4\pi e$ Kraftlinien nach — e. Verbinden wir die Punkte durch einen Leiter mit-

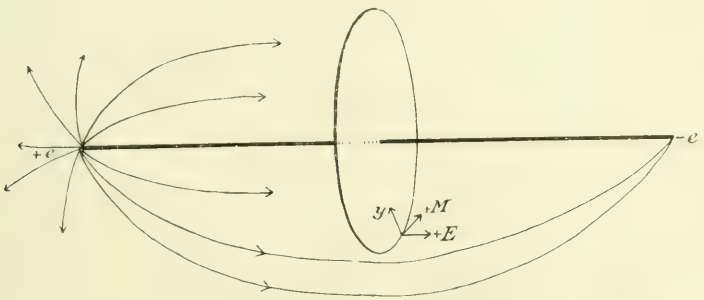


Fig. 2.

einander, und fließt durch diesen in der Zeiteinheit die Elektrizitätsmenge J ab, so verschwinden im Raume $4\pi J$ Kraftlinien. Diese versinken im Drahte und ihre Energie wird hier in *Joule*'sche Wärme umgesetzt. Wird + e und — e, — etwa durch eine elektromotorische Kraft —, immer konstant erhalten, so bleibt der Zustand stationär. In jeder Zeiteinheit treten $4\pi J$ Kraftlinien in den Draht ein. Da erfahrungsgemäß nirgends anders im Raume eine andere Energieart dauernd rezeugt wird, als im Draht (*Joule*'sche Wärme), so können auch nirgends anders Kraftlinien verschwinden. Sie werden bei + e und — e neu erzeugt und wandern vom Außenraume gegen den Draht hin. Klarer wird das Bild, wenn man sich den Draht als geschlossene Linie denkt, bei der an einer Stelle K eine elektromotorische Kraft ihren Sitz hat. Bei K entstehen die Kraftlinien. Sie breiten sich aus, indem sie dauernd an jedem Orte die Dichte annehmen, die die vorhergehenden dort hatten. Dann schmiegen sie sich immer mehr an den Draht an, und verfallen in ihm (Fig. 3).

Dieses Bild entspricht mehr der Wirklichkeit, da wir nicht an

den Enden eines geraden Drahtes ohne weiteres die Elektrizitätsmengen konstant erhalten können.

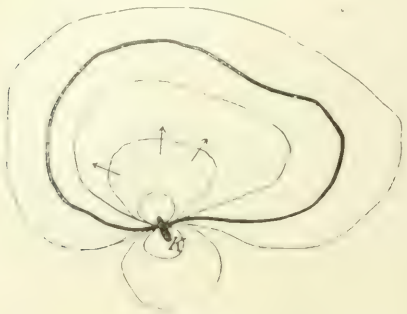


Fig. 3.

Wir kehren wieder zu dem geraden Drahte zurück, den wir als ein Stück eines beliebig gekrümmten auffassen können, wenn wir den Zustand in unmittelbarer Nachbarschaft betrachten.

Durch eine beliebige um den Draht gelegte Kreislinie, deren Ebene senkrecht zum Drahte steht, und deren Mittelpunkt im Drahte liegt (Fig. 2) treten also in der Zeiteinheit ebenso viele Kraftlinien hindurch, als in der Zeiteinheit im Drahte verschwinden, also:

$$2\,r\pi n = 4\pi J.$$

Demnach wird im Abstand v vom Draht die magnetische Kraft

$$M = \frac{n}{c} = \frac{2\,J}{r\,c} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (3),$$

erzeugt. Dieses Feld ergiebt sich durch Integration aus dem *Biot-Savart*'schen Gesetz, ist also experimentell bestätigt.

(Statt der beiden punktförmigen Elektrizitätsmengen $\pm$ e kann man auch den ganzen Draht mit stetig veränderlicher Dichte geladen denken, was die Schlußfolgerungen nicht ändert, wenn wir uns den Draht hinreichend lang denken.)

Aus (3) läßt sich in bekannter Weise ableiten

$$c \int M_s ds = 4\pi J,$$

wenn die Integration über eine beliebige geschlossene Kurve um J herum erstreckt wird. J ist die Gesamtheit aller diese Kurve durchsetzenden Ströme. Außerhalb der Kurve verlaufende Ströme tragen zum Integral nichts bei. Durch Übergang zum unendlich Kleinen folgt dann

$$c\,.\,\mathrm{curl}\, M = 4\pi\, i,$$

wenn i die Stromdichte ist. Durch diesen Übergang zum unendlich Kleinen wird man gleichzeitig von der Bedingung frei, daß der Strom als geradlinig und unendlich lang vorausgesetzt ist, wenn man nur unendlich große Krümmung ausschließt.

Damit ist das erste Gleichungensystem von *Maxwell* bewiesen, so weit es sich auf stationäre Zustände bezieht.

Verschiebungsströme.

Durch das Element dy_1 (Fig. 4) mögen in das Innere des Elementes $dx \cdot dy$ die Anzahl a_1 Kraftlinienkomponenten von E_z eintreten. Dann treten durch die Längeneinheit a_1/dy Kraftlinien und erzeugen nach Hypothese 1. ein Feld

$$-M_y = \frac{a_1}{c \cdot dy}$$

Durch dy_2 treten a_2 Kraftlinien in das Innere von $dx \cdot dy$. Diese erzeugen ein Feld

$$+M_y + \frac{\partial M_y}{\partial x} dx = \frac{a_2}{c \cdot dy}$$

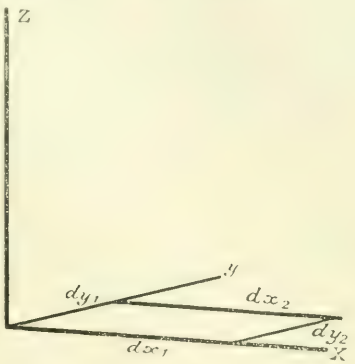


Fig. 4.

Demnach ist

$$\frac{a_1 + a_2}{c\,dy} = \frac{\partial M_y}{\partial x} dx$$

Analog gilt für die durch dx_1 und dx_2 in das Innere eintretenden Kraftlinien

$$\frac{b_1 + b_2}{c\,dx} = -\frac{\partial M_x}{\partial y} dy$$

daraus folgt:

$$a_1 + a_2 + b_1 + b_2 = c \left(\frac{\partial M_y}{\partial x} - \frac{\partial M_x}{\partial y} \right) dx\,dy$$

Die linke Seite dieser Gleichung enthält die gesamte Zunahme pro Zeiteinheit der die Fläche $dx \cdot dy$ normal durchsetzenden Kraftlinien, also die Zunahme von $N_z \cdot dx \cdot dy$.

Deshalb ist:

$$c \cdot \left(\frac{\partial M_y}{\partial x} - \frac{\partial M_x}{\partial y} \right) dx \cdot dy = \frac{d\,(N_z\,dx\,dy)}{dt.} = \frac{d\,(\varepsilon\,E_z\,dx\,dy)}{dt.}$$

Entsprechende Gleichungen folgen für E_x, E_y. Wenn $dx \cdot dy$ von t unabhängig ist, also bei nicht bewegten Körpern, gehen diese Gleichungen in die ersten *Maxwell*'schen über, soweit sie für Nichtleitungsströme gelten.

Aus Hypothese 2 folgen die analogen Gleichungen für den magnetischen Vektor nur mit dem entgegengesetzten Vorzeichen auf einer Seite, da E, y, M ein Linkssystem bilden.

$$c\left(\frac{\partial E_y}{\partial x} - \frac{\partial E_x}{\partial y}\right) dx\,dy = -\frac{d(\mu M_z\,dx\,dy)}{dt}.$$

Die Annahmen 1, 2, die sich auch unabhängig vom Coordinatensystem aussprechen lassen, enthalten demgemäß, wenn unter den Längen- und Flächeneinheiten materielle verstanden sind, die *Maxwell*'schen Gleichungen in ihrer allgemeinsten Form, also auch für bewegte Medien, im *Hertz*'schen Sinne. (*E. Cohn*, l. c. pag. 535.)

Heidelberg, Physikalisches Institut. Juli 1903.

(Sonderabzüge, ausgegeben den 12. Oktober 1903.)

Über einen in den Muskelzellen von Nephelis schmarotzenden neuen Nematoden. Myenchus bothryophorus n. g. n. sp.

(Vorläufige Mitteilung.) [1])

Von

A. Schuberg

(Vorgetragen in der Gesamtsitzung vom 4. Dezember 1903).

Seit mehreren Jahren beobachtete ich in Nephelis vulgaris Moq. Tand. (Herpobdella atomaria [Carena]) aus dem Neckar bei Heidelberg einen kleinen Nematoden, der insbesondere durch seine Lebensweise einiges Interesse verdienen dürfte. Ich fand ihn nämlich 1. frei im Bindegewebe der Wirtstiere, 2. innerhalb der Muskelzellen von Nephelis und 3. in deren abgelegten Eicocons.

Die frei, ohne Cystenbildung im Bindegewebe liegenden Tiere kann man durch Zerschneiden der lebenden Wirtstiere in physiologischer Kochsalzlösung leicht isolieren. Die hierbei frei gewordenen Tiere sind meistens geschlechtsreif. Die Männchen sind 0,42—0,44 mm, die Weibchen 0,38—0,40 mm lang; die Breite beträgt bei beiden Geschlechtern ungefähr 0,021 mm.

Das Vorderende ist quer abgestutzt und besitzt wahrscheinlich drei, jedoch undeutliche Lippen, in deren Mitte die Mundöffnung liegt. Am Schwanzende befinden sich drei kleine Fortsätze. Der After mündet kurz vor dem Hinterende auf der Bauchseite und

[1]) Herrn *Olaw Schröder* bin ich zu Danke verpflichtet, dass er die Untersuchung gemeinsam mit mir zu Ende führte. Unsere ausführliche Darstellung (mit einer Tafel) wird unter dem Titel: „Myenchus bothryophorus, ein in den Muskelzellen von Nephelis schmarotzender neuer Nematode, von *August Schuberg* und *Olaw Schröder*“ in der Zeitschrift f. wissenschaftl. Zool. erscheinen.

nimmt bei den Männchen auch den Ausführungsgang des Genitalrohres auf; die Weibchen besitzen eine besondere Vulva, die ungefähr am Anfang des letzten Körperviertels liegt.

Von besonderem Interesse ist eine bei beiden Geschlechtern beobachtete grubenartige Einsenkung der Körperoberfläche, die auf der Bauchseite ungefähr an der hinteren Grenze des vordersten Körperfünftels gelegen ist. Die Bedeutung dieser, von der Cuticula ausgekleideten „Bauchgrube", die den Eindruck eines Saugnapfes macht, konnte nicht ermittelt werden. Eine Deutung als Saugnapf ist ebensowenig sicher, wie ein Vergleich mit den sog. „Seitenorganen" anderer Nematoden, der durch die äussere Ähnlichkeit der Bauchgrube mit den Seitenorganen mancher Arten nahegelegt wird. Der Lage nach könnte man sie für einen besonders modifizierten Exkretionsporus halten, wie ja auch z. B. bei Atractis-Arten kompliziertere Porusbildungen vorkommen. Indessen konnten Exkretionsgefässe nicht gefunden werden.

Der den Körper ziemlich gerade durchziehende Darm beginnt mit einem engen, von einem Mundstachel völlig erfüllten Abschnitt und besitzt zwei schwache Ösophagusanschwellungen. Das Rectum erscheint blasig aufgetrieben.

Die Geschlechtsorgane bestehen in beiden Geschlechtern aus einem unpaaren Rohre: bei den Weibchen ist dies in Ovarium, Ovidukt und Uterus differenziert. An der Übergangsstelle zwischen Ovidukt und Uterus liegen drüsenartige Körper; der Uterus selbst besitzt einen hinter der Vulva gelegenen Blindsack. Die im Uterus enthaltenen Eier (5—8) sind von feinen Schalen umgeben, die sich so weit abheben, daß der Anschein erweckt werden kann, als sei der Uterus durch feine quere Wände gekammert. Das männliche Geschlechtsrohr läßt keine scharfe Abgrenzung der einzelnen Abschnitte erkennen. Stets sind zwei ventralwärts und nach vorne umgebogene Spicula vorhanden, die eine verbreiterte Basis besitzen.

Die geschlechtsreifen Nematoden werden innerhalb des Körpers der Nephelis frei im Bindegewebe liegend angetroffen. Jüngere, noch nicht geschlechtsreife Tiere (Länge 0,2—0,3 mm), die oft von den Geschlechtsorganen überhaupt noch nichts erkennen lassen, findet man dagegen im Innern der Muskelzellen. Sie liegen in dem centralen, nicht kontraktil differenzierten Protoplasma in einen engen Hohlraum eingeschlossen, meist gestreckt, doch auch ein- oder zweimal umgebogen, und bedingen in der Regel keine oder nur geringe Deformitäten der Muskelzellen.

Da die geschlechtsreifen Tiere außer im Bindegewebe der Nephelis auch in deren Cocons angetroffen wurden, dürfte der Entwickelungscyklus der Nematoden wohl der folgende sein: Die jungen Tiere wachsen in den Muskelzellen heran bis zu einer Größe von 0,2—0,3 mm: sie dringen dann in das Bindegewebe ein, wo sie ihre volle Grösse erreichen und geschlechtsreif werden. Da sie öfter unmittelbar unter der Epidermis sich vorfinden, so scheint es nicht unmöglich, daß sie, ohne die Geschlechtswege zu benützen, durch Durchbohrung der Haut in die Cocons gelangen, während diese abgelegt werden. In diesen dürften sie dann vermutlich die Eier ablegen. Daß die Eier der durch Zerschneiden der Nephelis frei gewordenen Nematoden reif sind, geht daraus hervor, daß im Präparat — wahrscheinlich durch den Druck des Deckgläschens — freigewordene Eier 2—3 Richtungskörperchen erkennen ließen. In den Nephelis-Cocons selbst wurden die Eier bis jetzt nicht gefunden: doch steht, wie gesagt, zu vermuten, daß sie hier zur Ablage gelangen und daß die jungen Nephelis vielleicht schon vor Verlassen des Cocons durch die jungen Nematoden infiziert werden. Doch sind hierüber noch weitere Untersuchungen anzustellen.

Die nächsten Verwandten des Nematoden der Nephelis-Muskelzellen, der wohl für die Wissenschaft neu ist und den ich, mit meinem Herrn Mitarbeiter, als Myenchus bothryophorus *Schuberg* et *Schröder* zu benennen vorschlage, sind zweifellos die Gattungen Tylenchus und Aphelenchus.

Die drei Fortsätze am Hinterende legten sogar die Vermutung nahe, daß Aphelenchus rivalis Btschli, der „an Steinen im Main" gefunden wurde, ein freigewordener Myenchus sein könnte. Indessen fanden sich bei letzterem weder accessorische Spicula-Stücke, noch Medianpapillen, wie sie A. rivalis nach *Bütschli* besitzt; es ist ferner auch nicht anzunehmen, daß die für Myenchus so charakteristische und leicht zu beobachtende Bauchgrube von *Bütschli* hätte übersehen werden können. Da die Gattungen Tylenchus und Aphelenchus, soweit mir bekannt, ausschließlich freilebende und in Pflanzen parasitierende Arten umfassen, ist der Parasitismus von Myenchus in einem tierischen Organismus besonders bemerkenswert.

Von allgemeinerem Interesse ist jedoch der intracelluläre Parasitismus des Myenchus, da diese Art wohl der erste bis jetzt bekannt gewordene Nematode sein dürfte, der innerhalb der glatten Muskelzellen eines Wirbellosen schmarotzt. Denn die bis jetzt bekannten intracellulären Muskelparasiten aus der Abteilung der

Nematoden leben alle in den quergestreiften vielkernigen Muskelfasern von Wirbeltieren. Bei Myenchus handelt es sich aber um einen vielzelligen Organismus, der in einer einzelnen, einkernigen Zelle schmarotzt.

Schließlich ist noch zu erwähnen, daß bis jetzt auch nur eine Nematodenart in Hirudineen gefunden worden ist, nämlich ein 1.43 mm langer, nicht geschlechtsreifer Nematode, den *Castle* in der Leibeshöhle von Glossiphonia stagnalis (L.) (Clepsine bioculata Sav.) auffand, ohne ihn jedoch genauer zu beschreiben.

(Sonderabzüge, ausgegeben den 22. Februar 1904.)

Carl Winter's Universitätsbuchhandlung in Heidelberg.

Bunseniana.

Eine Sammlung von humoristischen Geschichten
aus dem Leben von Robert Bunsen
nebst einem Anhang von pfälzischen Lyceums-Anekdoten
von
Einem,
der vieles miterlebt und das übrige aus guten Quellen geschöpft hat.
8°. geheftet 80 Pf.

Bedürfnisse und Fortschritte des Menschengeschlechtes.

Leben, Nahrung, Produktion und Geisteskultur
in ihren Grundlagen und Zielen,
im Rahmen der Weltentwicklung.
Mit Vorschlägen zur Lösung der Rätsel des Stoffs und der Kraft
von C. Beckenhaupt,
gr. 8°. geheftet M. 5.—, fein Leinwandband Mk. 6.—.

Die Untersuchung von Nahrungsmitteln, Genußmitteln und Gebrauchsgegenständen.

Praktisches Handbuch für Chemiker, Medizinalbeamte,
Pharmazeuten, Verwaltungs- und Justizbehörden u. s. w.
von Professor Gustav Rupp,
Laboratoriums-Vorstand der Großh. Bad. Lebensmittel-Prüfungsstation der Techn. Hochschule in Karlsruhe.
Zweite neubearbeitete und vermehrte Auflage.
Mit 122 in den Text gedruckten Abbildungen und vielen Tabellen.
8°. in fein Leinwand gebunden M. 7.—.

Dieses interessante und hochwichtige Gebiet der Chemie behandeln zahlreiche teils ausführlich, teils kurz gefaßte Werke in- und ausländischer Verfasser, aber keines dieser Werke ist in so übersichtlicher und so kundiger Weise zusammengestellt als das vorstehend angeführte. . . . **(Pharmazeutische Post.)**

Die Bearbeitung ist eine durchaus verläßliche, streng sachliche, korrekte und zeigt die ausgezeichnete Kenntnis, praktische Erfahrung und Gewandtheit des Verfassers. **(Chemiker-Zeitung.)**

Wir stehen nicht an, das von dem Verfasser in hübscher Ausstattung, sauberem Druck und ungemein handlicher Ausgabe veröffentlichte Werkchen als ein für den praktischen Gebrauch berechnetes Orientierungsbuch zu bezeichnen, das dem angehenden Chemiker und allen mit der Nahrungsmittelchemie in nähere Berührung tretenden, technisch aber nicht vorgebildeten Personen (Gesundheitsbeamten, Kaufleuten, Produzenten, Verwaltungs- und Justizbeamten) einen gedrängten Überblick über die Beschaffenheit und Zusammensetzung der gebräuchlichsten Nahrungs- und Genußmittel, die Arten ihrer Verfälschung und die zu deren Feststellung dienenden neuesten Untersuchungsmethoden bietet. Das Buch ist ungemein reichhaltig.
(Chemisch-technischer Central-Anzeiger.)

Inhalt.

Seite.

Herbst, Curt, Vorläufige Übersicht über die Rolle der zur Entwickelung der Seeigellarven notwendigen anorganischen Stoffe 367

Schuberg, A., Über Zellverbindungen. Vorläufiger Bericht 395

Bredig, G., und J. Weinmayr, Eine periodische Kontaktkatalyse 405

Bütschli, O., Untersuchungen über Amylose und amyloseartige Körper . 419

— —, Notiz über die sogenannte Florideenstärke 519

Lauterborn, R., Der Formenkreis von Anuraea cochlearis. 2. Teil: Die cyklische oder temporale Variation von Anuraea cochlearis 529

Weber, R. H., Kraftlinienwanderung als Grundhypothese für die Maxwell-Hertz'sche Theorie 623

Schuberg, A., Über einen in den Muskelzellen von Nephelis schmarotzenden neuen Nematoden, Myenchus bothryophorus n. g. n. sp. Vorläufige Mitteilung 629

Die **Gesamtsitzungen** des **Naturhistorisch-Medizinischen Vereins** finden, mit Ausnahme der Ferienmonate, regelmäßig am ersten Freitag jedes Monats statt und werden den Mitgliedern jeweils besonders angezeigt.

Von den in den **Verhandlungen** abgedruckten Arbeiten werden den Verfassern 100 Sonderabzüge unentgeltlich geliefert. **Manuskriptsendungen** bittet man an den Schriftführer Prof. **A. Schuberg**, Werderstraße 32, zu richten.

C. F. WINTER'SCHE BUCHDRUCKEREI

MAY 30 19

4472

VERHANDLUNGEN

DES

NATURHISTORISCH-MEDIZINISCHEN VEREINS

ZU

HEIDELBERG.

NEUE FOLGE.

SIEBENTER BAND.

FÜNFTES HEFT.

MIT 28 ABBILDUNGEN IM TEXT UND 2 TAFELN.

(AUSGEGEBEN ANFANG MAI 1904.)

HEIDELBERG.
CARL WINTER'S UNIVERSITÄTSBUCHHANDLUNG.
1904.

Carl Winter's Universitätsbuchhandlung in Heidelberg.

Berichte über Land- und Forstwirtschaft in Deutsch-Ostafrika.

Lex.-8°. geheftet.

I. Band. 1. Heft. Übersicht über Land- und Forstwirtschaft in Deutsch-Ostafrika im Berichtsjahre 1. Juli 1900 bis 30. Juni 1901. — Auszüge aus den Jahresberichten der Bezirksämter und Militärstationen für die Zeit vom 1. Juli 1900 bis 30. Juni 1901. 2 M. 80 Pf.

— **2. Heft. Stuhlmann, Franz,** Notizen über die Tsetsefliege (*Glossina morsitans* Westw.) und die durch sie übertragene Surrahkrankheit in Deutsch-Ostafrika. Mit 4 Textabbildungen und Tafel I—II. — **Stuhlmann, Franz,** Über den Kaffeebohrer in Usambara. Mit Tafel III. — **Stuhlmann, Franz,** und **Weise, Paul,** Über einige als Schattenbäume und Fruchtpflanzen im Küstengebiet von Deutsch-Ostafrika gezogene Pflanzenarten, sowie über ihre Blüte- und Fruchtzeit in Dar-es-Salâm. — **Stuhlmann, Franz,** Vorkommen von *Glossina tabaniformis* (Westw.) bei Dar-es-Salâm. Mit einer Textabbildung. — **Lommel, V.,** Bericht über eine Reise nach der Gegend von Mkamba zwecks Infizierung von Heuschreckenschwärmen mittelst des Heuschreckenpilzes. — **Lommel, V.,** Chemische Untersuchungen einiger Böden aus dem Hinterlande von Tanga, ausgeführt in der kgl. landw. Akademie in Bonn-Poppelsdorf unter Leitung des Geh. Reg.-Rates Prof. Dr. Wohltmann. — **Uhlig, Carl,** Niederschläge in den für Baumwollenanbau in Betracht kommenden Monaten in Nordamerika und Deutsch-Ostafrika. 2 M. 40 Pf.

— **3. Heft.** Auszüge aus den Berichten der Bezirksämter, Militärstationen und anderer Berichtsstellen über die wirtschaftliche Entwicklung im Berichtsjahr vom 1. April 1901 bis 31. März 1902. — Nachweisung über die in Deutsch-Ostafrika vorhandenen Plantagen und deren Stand am 1. Januar 1902. 2 M. 40 Pf.

— **4. Heft.** Errichtung des Biologisch-Landwirtschaftlichen Instituts zu Amani. — **Stuhlmann, Franz,** Über einige in Deutsch-Ostafrika gesammelte parasitische Pilze. — **Lommel, V.,** Mitteilungen aus dem agronomisch-technischen Laboratorium des Referats für Landeskultur in Dar-es-Salâm. — **Koert, W.,** und **Lommel, V.,** Nährstoffuntersuchungen an einem Sandbodenprofile von Kurasini bei Dar-es-Salâm. — **Wohltmann, Ferdinand,** und **Lommel, V.,** Nachtrag zu den chemischen Untersuchungen einiger Böden aus dem Hinterlande von Tongo. Der Boden des Ubiritales in West-Usambara. — **Lommel, V.,** Bericht über eine Reise im Bezirke Kilwa zur Feststellung des Vorkommens und zur Beobachtung der Lebensgewohnheiten der Tsetsefliege. Mit einer Textabbildung. — **Zimmermann, A.,** Über einige auf den Plantagen von Ost- und West-Usambara gemachte Beobachtungen. Mit zwei Textabbildungen und Tafel IV. 2 M. 40 Pf.

— **5. Heft. Zimmermann, A.,** Einige Bemerkungen zu dem Aufsatz von F. Wohltmann über «Die Aussichten des Kaffeebaus in den Usambarabergen». 60 Pf.

— **6. Heft. Lambrecht,** Über die Landwirtschaft der Eingeborenen im Bezirk Kilossa. — **Koert, W.,** Bemerkungen zu dem Aufsatz von Ferdinand Wohltmann im «Tropenpflanzer» 1902, Heft 12: «Die Aussichten des Kaffeebaus in den Usambarabergen». — **Zimmermann, A.,** Erster Jahresbericht des Kaiserl. Biologisch-Landwirtschaftlichen Instituts Amani. 1 M. 60 Pf.

— **7. Heft. Uhlig, Carl,** Regenmessungen aus Usambara. 2 M.

(Fortsetzung auf Seite 3 des Umschlags.)

Die Lagerungsform des Amphibolperidotites und Diorites von Schriesheim im Odenwald.

(Mit Tafel XV und XVI.)

Von

Wilhelm Salomon in Heidelberg

und

M. Nowomejsky in Bargusin (Sibirien).

I. Literatur.[1])

1839 *G. Leonhard.* Mineralog.-Geognost. Beschreibung der Umgegend von Schriesheim u. s. w. Neues Jahrb. f. Mineral. S. 36—37.

1843. Derselbe. Handwörterbuch der topographischen Mineralogie. Heidelberg.

1859. *H. Fischer.* Über die Verbreitung der triklinoëdrischen Feldspathe in den sog. plutonischen Gesteinen des Schwarzwaldes. Ber. Verhandl. naturf. Ges. Freiburg II. S. 6—7.

1860. Derselbe. Gleicher Titel. S. 251. (Aprilheft.)

1861. *G. Leonhard.* Geognostische Skizze des Großherzogtums Baden. II. Aufl. Stuttgart. S. 34—36.

1864. *C. W. C. Fuchs.* Schillerfels bei Schriesheim an der Bergstraße. Neues Jahrb. f. Miner. S. 326—332.

1866. *K. A. Zittel.* Labradordiorit von Schriesheim bei Heidelberg. Ebenda S. 641—646.

1877. *H. Rosenbusch.* Mikroskop. Physiographie d. massigen Gesteine. S. 531—532.

1879. *E. W. Benecke* und *E. Cohen.* Geognostische Beschreibung der Umgegend von Heidelberg. Straßburg. S. 132—148. Vergl. auch die Karte.

1885. *E. Cohen.* Berichtigung bezüglich des „Olivindiallaggesteines" von Schriesheim im Odenwald. Neues Jahrb. f. Mineral. I. S. 242—243.

1885. *J. H. Kloos.* Über Uralit und die strukturellen Verschiedenheiten der Hornblende in einigen Gesteinen des Schwarz- und Odenwaldes. Tageblatt d.

[1]) Im Text sind bei den Zitaten außer den Autornamen nur die Jahreszahlen angeführt

58. Versamml. deutscher Naturforscher u. Ärzte in Straßburg. Vergl. Referat im Neuen Jahrb. f. Mineral. 1888. I. S. 408.

1887. *H. B. Patton.* Hornblende, Oligoklas und Titanit aus Drusenräumen im Schriesheimer Diorit. Neues Jahrb. f. Min. I. S. 261—266.

1894. *F. Zirkel.* Lehrbuch der Petrographie. II. Aufl., Bd. III. S. 136.

1895. *H. Rosenbusch.* Mikroskopische Physiographie der massigen Gesteine. III. Aufl. S. 348.

1896. *A. Andreae* und *A. Osann.* Erläuterungen zu Blatt Heidelberg d. badischen geolog. Karte in 1:25000. S. 10—11. Vergl. auch die Karte.

1901. *H. Rosenbusch.* Elemente der Gesteinslehre. II. Aufl. Stuttgart. S. 171.

II. Historisches.

Schon seit mehr als einem halben Jahrhundert sind die im Titel der Arbeit genannten Gesteine den Heidelberger Geologen und Mineralogen wohl bekannt. In mineralogischer und chemischer Hinsicht sind sie eingehend untersucht worden; auf den geologischen Karten sind ihre Fundorte eingetragen. Anders verhält es sich mit ihrer Lagerungsform. — *G. Leonhard*, der Entdecker des jetzt auch als „Schriesheimit" bezeichneten Amphibolperidotites, hat sich überhaupt nicht über dessen Lagerungsform ausgesprochen. *Fuchs* (1864) machte die erste Angabe darüber. Er sagt von dem Schriesheimit (= „Schillerfels"): „Allein gerade an der steilen, von dem kleinen Bach entblößten und bespülten Wand sieht man zwischen dem Granit eine 10—12 Fuß breite gangartige Masse eines dunklen, etwas grünlichen Gesteins, des Schillerfelses".

Beneke und *Cohen* (1879, S. 141) geben an: „Schon seit langer Zeit ist es bekannt, daß in der Gegend von Schriesheim ein eigentümliches Gestein gangförmig den Granit durchsetzt". Auf S. 142 sagen sie: „Der 3—3½ m breite Hauptgang tritt unmittelbar am Bach auf der linken Seite des Spathgrubentals unweit Schriesheim zu Tage. Von hier läßt sich der Gang bis auf den Rücken der «Langen Schaar» verfolgen[1]), verschwindet dann aber bald im dichten Gebüsch. Ein zweiter Punkt wurde bei der Wegverlegung im Schriesheimer Tal aufgeschlossen und konnte auf der Karte noch während des Druckes eingetragen werden." Entsprechend diesen Angaben findet man auf der Karte (Maßstab 1:50000), einen

[1]) NB. Gemeint ist in Blöcken; denn Aufschlüsse fehlten offenbar schon damals oberhalb des Punktes am Bache. D. Verf.

1/2 cm langen, also einer Horizontalausdehnung von 250 m entsprechenden etwa SO-streichenden Gang vom „Weiten Tal" nach der „Langen Schaar" hinaufgezogen und einen zweiten Aufschlußpunkt im Haupttal. *Andreae* und *Osann* (1896) machen im Text keine Angaben über die Aufschlüsse, auf der Karte aber ist das Bild wesentlich geändert. Der *Fuchs*'sche Aufschluß fehlt, der betreffende „Gang" selbst aber ist sowohl auf dem rechten Ufer des „Weiten Tales" wie auf dem Rücken zwischen diesem und dem Haupttal („Lange Schaar" bei B. und C.) und in der südöstlichen Fortsetzung in dem Haupttal an der Landstraße eingetragen. Der zweite von *Benecke* und *Cohen* entdeckte Aufschluß im Haupttal ist etwas nach Westen verschoben und NNW.-lich von ihm ist durch Diluvium getrennt noch ein dem ersten Gange parallel gezeichnetes kurzes Gangstück eingetragen. Von den zitierten Arbeiten rühren die übereinstimmenden Angaben der Lehr- und Handbücher her, von denen hier nur die von *Zirkel* und *Rosenbusch* als die verbreitetsten zitiert seien. *Zirkel* (1894, Bd. III, S. 136) sagt: „Gang im Granit bei Schriesheim im südlichen Odenwald (3—3 1/2 m mächtig)". *Rosenbusch* (1895, S. 348) gibt an: „Es ist wohl möglich, daß man innerhalb der kleinen Gruppe der Amphibolperidotite mit der Zeit zwei Typen wird unterscheiden müssen, deren einer, repräsentiert durch den allbekannten «Schillerfels»-Gang im Granitit des Schriesheimer Tales (Schriesheimit), nördlich von Heidelberg, besonders durch die poikilitische Struktur charakterisiert würde, und der sich wahrscheinlich als ein Glied der Ganggefolgschaft des Gabbros herausstellen wird". Später aber führt *Rosenbusch* (1901) die „Gänge im Granit des Schriesheimer Tals im Odenwald" bereits unter den Tiefengesteinen, nämlich unter den Peridotiten und Pyroxeniten auf. Aus diesen, soweit uns bekannt, die gesamte Originalliteratur umfassenden Angaben dürfte hervorgehen, daß die Annahme von dem gangförmigen Auftreten des Schriesheimites im wesentlichen nur auf der sehr unbestimmten Beobachtung von *Fuchs* beruht.

Ein zweiter Punkt, den wir in der Literatur zurückverfolgt haben, ist der eventuelle genetische Zusammenhang zwischen dem Schriesheimit und den gleichfalls angeblich gangförmig im Schriesheimer Tal aufsetzenden Dioriten, die wir weiterhin behandeln werden.

Andreae und *Osann* (1896, S. 11) sagen darüber: „In engem

Zusammenhang und wahrscheinlich auch durch Übergänge mit dem Dioritgang am Stammberg verbunden tritt das schon 1839 von *Leonhard* beschriebene und als Schillerspat oder Schillerfels bezeichnete Gestein auf". — „Die genetische Zusammengehörigkeit dieses Amphibolpikrites mit dem gangförmig auftretenden Diorit wurde schon früher von *Fischer* und *Zittel* ausgesprochen". *Beneke* und *Cohen* äußern sich nicht selbst über diese Frage. *Zittel* sagt aber nur: „Die Beziehung des Schriesheimer Schillerfelses zu dem Labradordiorit (dem früher sog. Gabbro) wurde bereits von Dr. *Fuchs* hervorgehoben und ich zweifle nicht, daß derselbe nur ein Zersetzungsprodukt eines sehr hornblendereichen, magneteisenhaltigen Diorites darstellt".

Fuchs äußert sich sogar noch unbestimmter: „So finden sich bei dem vorliegenden Gesteine (Schillerfels) zahlreiche Analogien mit dem bekanntesten und" am „genauesten untersuchten Vorkommen dieser Gesteins-Varietät im Harze". „Eine spätere Untersuchung des Gabbro-ähnlichen Gesteines, welches in der Nähe des Schillerfelses bei Schriesheim ansteht, wird zeigen, ob auch in dieser Beziehung eine Analogie mit dem Vorkommen im Harz stattfindet". „Weiterabwärts, gegen die Mündung in das Haupttal, kommt noch ein anderes, von vielen Besuchern dieser Gegend längst gekanntes, aber noch nicht fest bestimmtes Gestein vor, ebenfalls nur sehr untergeordnet, das wohl Gabbro sein dürfte. Bestätigt sich durch die spätere Untersuchung[1]) diese Vermutung, dann würde dadurch eine neue Analogie gewonnen mit dem typischen Vorkommen des Schillerfelses an der Baste im Harz."

Fischer endlich sagt (1860, S. 251): „Zu der Notiz über ein dioritisches Gestein von Schriesheim bemerke ich noch, daß nach *G. Leonhard* ebendaselbst bei dem Bache, der von den Barytgruben herunterfließt, auch Schillerspath, ganz dem von der Baste am Harze ähnlich vorkommt, daß also auch hier auf ein genetisches Verhältnis des letzteren aus dem ersteren zu achten wäre".

Diese Zusammenstellung dürfte zur Genüge zeigen, daß bis zum heutigen Tage kein Beweis für einen genetischen Zusammenhang der beiden Gesteine gegeben ist. Und wir möchten hinzufügen, daß bei dem heutigen Stande unserer Kenntnisse die von *Fischer-Fuchs-Zittel* ausgesprochene Vermu-

[1]) Diese wurde nicht mehr ausgeführt. D. Verf.

tung, der Schriesheimit könne ein Zersetzungsprodukt des Diorites sein, keine Verteidiger mehr finden wird.

Gehen wir nun zur Betrachtung der Lagerungsformen unserer Diorite über, so hat *G. Leonhard* (1861) durch zusammenfassende Untersuchung einer größeren Anzahl von Odenwälder Dioriten, freilich ohne spezielleres Studium der von ihm mitgenannten Schriesheimer Vorkommnisse die Überzeugung gewonnen, daß „die ganze Art und Weise ihres Auftretens mehr auf eine gleichzeitige Bildung mit den sie umschließenden, vorherrschenden Gebirgsarten" (wesentlich Granitit) „als auf ein gangartiges Eindringen zu deuten scheint. Mangel an genügenden Aufschlüssen macht eine Entscheidung dieser Frage schwierig." *Fischer* und *Fuchs* sprechen sich über die Lagerungsform der Schriesheimer Diorite nicht aus; bei *Zittel* finden wir dagegen zum erstenmal die Annahme von ihrer Gangform, wobei jedenfalls nach den angeführten Zitaten über den vermuteten Zusammenhang zwischen Schriesheimit und Diorit die analoge Auffassung des benachbarten Schriesheimites in der nur zwei Jahre vorher erschienenen *Fuchs*'schen Arbeit mitbestimmend war. *Zittel* (1866, S. 641) macht darüber folgende Angaben: „Die schönste und grobkörnigste Varietät dieses Gesteins trifft man auf dem Gipfel der sogenannten «Hohen Waid», wo dasselbe, wie es scheint, stock- oder gangförmig im Granit auftritt. Eine Menge großer Blöcke liegen hier zerstreut im Walde umher; doch sind die Aufschlüsse über das geologische Vorkommen nicht günstig." — „Ein anderer leichter zugänglicher Punkt, an welchem unser Gestein ansteht und gangförmig den Granit durchsetzt, ist in der Nähe der ehemaligen Papiermühlen zur rechten Seite des Schriesheimer Tales".

Benecke und *Cohen* teilen sehr zahlreiche Beobachtungen über die Schriesheimer Diorite mit: (S. 132) „Zu den echten Dioriten gehören zwei Gänge; der eine läßt sich vom Bahnwald über den Ausläufer der «Langen Schaar»[1]) weg bis an die alte Mahlmühle im Schriesheimer Tal verfolgen, der andere vom Fenzengrund bis an die Südspitze des Hettersbacher Kopfes. Besonders der letztere ist durch eine neue Weganlage gut aufgeschlossen und

[1]) „Lange Schaar" heißt der Vorsprung zwischen dem linken Ufer des „Weiten Tales" und dem Haupttal.

wird von Gängen eines feinkörnigen Granites durchsetzt." „Der Hauptgang (sc. des Diorites) ist an der Hettersbachwiese etwa 36 Schritte breit und wird von einem kleineren auf der Karte nicht angegebenen durch Granit getrennt. Veränderungen am Salband des Diorit selbst oder im Nebengestein wurden nicht beobachtet." Weiterhin heißt es von dem „Augitdiorit" (S. 137): „Möglicherweise bilden beide Fundstätten die Endpunkte eines Ganges". Von einem „Hornblendefels" auf dem Hummelberg, der anstehend nicht nachweisbar war, wird angeführt: „Ein gangförmiges Auftreten ist jedenfalls sehr wahrscheinlich".

Andreae und *Osann* (1896, S. 10) endlich sagen: „An diese stockförmigen Tiefengesteine (sc. Granitit, Hornblendegranitit und Diorit) von großer Ausdehnung reihen sich einige weniger bedeutende Vorkommnisse an, nämlich Diorite, welche nach Art von Gängen im unteren Teil des «Weiten Tales» und in seinen Nebentälern stellenweise in beträchtlicher Mächtigkeit auftreten. So besitzt der Gang, welcher vom Fenzengrund nach dem kleinen Hettersbachtal zieht, nach Angabe von *Cohen* eine Mächtigkeit von zirka 30 m. Ein weiteres vereinzeltes, ebenfalls gangförmiges Vorkommen dieser Diorite findet sich am Schanzenköpfle, am Westabhang der «Hohen Waid» und läßt sich in Blöcken in SSO-Richtung eine Strecke weit verfolgen." Es wird dann noch hervorgehoben, daß diese Diorite basischer seien als die „mehr stockförmig auftretenden".

Soweit die Literatur über diese Vorkommnisse. Sie scheint in der Tat zu ergeben, daß außer größeren stockförmigen Massen von Diorit besonders in der Umgebung des „Weiten Tales" jüngere Gänge von Diorit im Granitit auftreten und daß also, falls wirklich ein genetischer Zusammenhang zwischen diesen Dioriten und dem Schriesheimit vorhanden ist, auch für den letzteren gangförmiges Auftreten im Granitit, und jüngeres Alter diesem gegenüber wahrscheinlich wird.

Sehr auffällig war es aber dennoch schon längere Zeit dem einen von uns, daß nach den vortrefflichen Untersuchungen von *Chelius* im hessischen Odenwalde das Verhalten des Diorites zum Granitit gerade umgekehrt sein sollte. Dort ist der Diorit und der mit ihm in nahen Beziehungen stehende Gabbro älter als der Granit. Er wird von diesem in Apophysen durchsetzt; Schollen

von ihm sind vom Granit umschlossen[1]). Außer diesem merkwürdigen Widerspruch in dem angeblichen Verhalten des Diorites zum Granit im nördlichen und südlichen Odenwalde war es noch eine zweite schon längst bekannte, aber nicht genügend gewürdigte Tatsache, die die Veranlassung zu der vorliegenden kleinen Arbeit bot. Schon *Benecke* und *Cohen* (1879, S. 132) geben, wie bereits vorher zitiert, an, daß die Dioritgänge des Schriesheimer Tales „von Gängen eines feinkörnigen Granites durchsetzt werden". Auf diese Gänge wurde der eine von uns zuerst dadurch aufmerksam, daß Zuhörer von ihm, die Herren stud. *Wahl* und stud. *Philipp*, von Exkursionen im Schriesheimer Tal Stücke von Aplitgängen aus dem Diorit mitbrachten. Die Aplite der Heidelberger Gegend haben niemals eine Salbandverdichtung dem Granite gegenüber. Sie durchsetzen ihn, wie bekannt, in unglaublich zahlreichen, netzartig verzweigten Gängen und sind zweifellos im unmittelbaren Anschluß an die Festwerdung des Granites empor- und in diesen eingedrungen. Wenn also wirklich der Diorit Gänge im Granit, der Aplit aber im Diorit bildete, so hätte der Diorit jünger als der Granit, aber älter als der Aplit sein müssen, ein gänzlich unwahrscheinliches Verhalten. So kam es, daß wir uns entschlossen, durch eine besonders sorgfältige Kartierung und Untersuchung der Umgebung des „Weiten Tales" und der „Hohen Waid" die besprochenen Fragen zu beantworten.

Die Untersuchung der Aufschlüsse im Felde geschah gemeinsam. Die spezielle Kartierung führte *Nowomejsky* unter Kontrolle von *Salomon* aus. Ebenso sammelte *Nowomejsky* das Material für die mikroskopische Untersuchung und zeichnete die beiden Karten und die Profile. Die Untersuchung des gesammelten Materials und die Abfassung des Manuskriptes konnte er infolge plötzlicher Rückberufung nach Sibirien nicht mehr ausführen. Sie wurde daher von *Salomon* übernommen.

---

[1]) Notizblatt d. Vereins f. Erdkunde zu Darmstadt. IV. Folge, Heft 15. S. 20—21, 23, 26—29. — Heft 16. 1895. S. 14. — Heft 18. S. 20, 22—23. — Erläuterungen zu Blatt Lindenfels d. hess. geol. Karte. S. 28, 31, zu Blatt Neunkirchen, S. 9 u. 17. Und an vielen anderen Orten.

III. Neue Untersuchungen.

Von den beiden der Arbeit beigegebenen Karten ist die erstere, größere, im Maßstabe von 1:5000, lediglich als Beobachtungsarchiv gedacht. Es sind nur die tatsächlichen Beobachtungen eingetragen. Jede Konstruktion ist vermieden, anstehende Aufschlüsse von Blöcken unterschieden. Das zweite Kärtchen in 1:25000 enthält dagegen eine Darstellungsweise, die man auf Grund der in der ersten Karte mitgeteilten Beobachtungen wählen kann[1]), wobei indessen durch ein Versehen die rein auf Konstruktion beruhende Verbindung der Schriesheimitfundpunkte im „Weiten Tal" und auf der „Langen Schaar" geradlinig und nicht geknickt gezeichnet worden ist, wie es bei der Lage der Fundorte auf der ersten Karte naturgemäß gewesen wäre. Die Karte, Taf. XV, zeigt hinsichtlich des Schriesheimites ein ganz neues Vorkommen einer offenbar anstehenden, zur Zeit aber nur in einem großen Blocke gefundenen Schriesheimitvarietät im Fenzengrund. Wie weiterhin gezeigt werden wird, unterscheidet sich das Gestein dieses Blockes von dem der anderen Fundorte trotz aller Ähnlichkeiten so sehr, daß es besser als Olivinführender Gabbro zu bezeichnen ist. Es kann sich also nicht um einen verschleppten Block handeln. — Die Blöcke von Schriesheimit an der Landstraße des Haupttales nordöstlich der Mühlen entsprechen zweifellos dem „neuen Aufschlusse" bei *Benecke* und *Cohen*, ihrem Eintrag auf der Karte, dem westlichen Eintrag bei *Andreae* und *Osann*. Der Aufschluß auf dem linken Ufer des Baches im „Weiten Tale" ist der von *Leonhard* entdeckte, von *Fuchs* beschriebene Punkt, an dem das „gangartige" Auftreten von *Fuchs* angenommen wurde. — Der Aufschluß auf dem rechten Ufer desselben Baches entspricht dem wohl nur aus Versehen etwas weiter nach NO. gerückten Eintrag bei *Andreae* und *Osann*. Dagegen fehlt auf unserer Karte der östliche Eintrag dieser Forscher unweit der Fabrik Stammberg. Es ist uns auch trotz aller Bemühungen nicht gelungen, an der betreffenden Stelle etwas anderes als Granitit zu finden, obwohl zur Zeit nur eine ganz kleine Stelle des Gehänges so bewachsen ist, daß man das anstehende Gestein nicht

[1]) Einer von uns *(Salomon)* würde es allerdings vorziehen, die Schriesheimitfundpunkte der «Langen Schaar» und des «Weiten Tales» sowie die Dioritfundstellen der «Hohen Waid» nicht miteinander zu verbinden, sondern als getrennte Schollen erscheinen zu lassen.

nachweisen kann[1]). Die Blöcke auf dem Rücken zwischen dem „Weiten Tal" und dem Haupttale dürften schon von *Benecke* und *Cohen*, sowie von *Andreae* und *Osann* beobachtet worden sein und den Grund zu der langgestreckten Form ihrer Einträge gebildet haben. Was die Diorite betrifft, so sei als unseres Wissens neu und beachtenswert nur hervorgehoben, daß wir sowohl am Fuße des *Fuchs*'schen Aufschlusses auf dem linken Ufer des „Weiten Tales" wie neben dem neuen Blocke von Schriesheimit im Fenzengrund auch Dioritblöcke fanden, so daß der Schriesheimit fast überall in Vergesellschaftung mit dem Diorit zu finden ist.

Vergleicht man unser Kärtchen auf Taf. XVI mit der *Andreae-Osann*'schen Karte, die den gleichen Maßstab besitzt, so zeigt es sich, daß bei uns die Dioritvorkommnisse mit Ausnahme desjenigen vom Schanzenköpfle die gestreckte, schlanke Gestalt eingebüßt haben. Es ist sogar wahrscheinlich, wenn auch wegen unzureichender Aufschlüsse nicht nachweisbar, daß der NNW. streichende Dioritzug, der bei den Mühlen beginnt, sich bis in das Große Hettersbachtal erstreckt und mit dem ONO. streichenden Zuge des Fenzengrundes kontinuierlich zusammenhängt. Die schmale Form des „Ganges" des Schanzenköpfle rührt aber nur davon her, daß Aufschlüsse überhaupt fehlen und die ganze Konstruktion nur auf dem Auftreten von isolierten Blöcken im Gebüsch beruht. — Die langgestreckte Form des Schriesheimitvorkommnisses des „Weiten Tales" ist lediglich Konstruktion und dem einen von uns[2]) sogar unwahrscheinlich. Es kann sich ebensogut um mehrere isolierte Schollen handeln.

Unsere wichtigsten Ergebnisse sind aber in den Profilen auf Taf. XVI niedergelegt. Profil III stellt einen Aufschluß in dem Diorit des Haupttales an der Landstraße gegenüber den Mühlen dar. Zahlreiche Gänge von Aplit bez. Aplit-Pegmatit und Pegmatit, aber auch von echtem, wenn auch biotitarmem Granitit durchziehen den Diorit. Der Granitit unterscheidet sich nicht mehr von dem Hauptgestein des Tales, als man es bei so schmalen Apo-

---

[1]) Herr Prof. *Osann* erinnert sich, wie er uns freundlicherweise mitteilt, nicht mehr des Tatbestandes, der zu diesem Eintrag veranlaßte.

[2]) Salomon.

physen von vornherein voraussetzen muß. Der Granitit ist jünger als der Diorit. Das gleiche Ergebnis liefert auch Profil I, das in dem Dioritvorkommnis des „Weiten Tales“[1]) aufgenommen ist. — Noch interessanter ist Profil II, das den von *Fuchs* ausführlich beschriebenen Aufschluß von Schriesheimit darstellt. Wir konnten nämlich an Ort und Stelle bereits feststellen und zu Hause durch mikroskopische Untersuchung trotz der vorgeschrittenen Zersetzung der Gesteine nachweisen, daß auch diese Schriesheimitmasse von einem Gange von glimmerarmem Granitit durchsetzt wird, daß auch sie also nicht etwa ein Gang im Granit, sondern eine von diesem umschlossene Scholle sein muß.

Wir bemerken ausdrücklich, daß sich der Aufschluß noch ziemlich genau in dem Zustande befindet wie zu *Fuchs'* Zeiten. Auch die von diesem angeführten und analysierten „dünnen Lagen und Schnüre einer schneeweißen Masse“, „offenbar ein Zersetzungsprodukt des Gesteins“, sind noch erhalten und nicht mit unserem in dem Profile übrigens wohl etwas zu dick gezeichneten Gange von Granitit zu verwechseln. Ebenso treten auch in dem Schriesheimitaufschluß auf dem rechten Ufer des „Weiten Tales“ kleine Gänge von Aplit oder Granitit auf, die indessen bei der weit vorgeschrittenen Zersetzung der Gesteine des Aufschlusses nicht mehr genauer verfolgt und untersucht werden konnten. Aber auch an anderen als an den in Profil I und III dargestellten Punkten läßt sich die Durchtrümerung des Diorites durch Aplit- und Pegmatit-, sowie durch allerdings seltenere Granititgänge nachweisen, z. B. in dem Vorkommnis des Hettersbachtales; und diese Gänge sind offenbar dieselben, welche *Benecke* und *Cohen* bereits beobachtet hatten, denen sie aber naturgemäß damals noch nicht die Bedeutung beimessen konnten wie wir, weil die Beziehungen zwischen Granit und Aplit zu jener Zeit noch nicht so klar waren wie jetzt. Somit halten wir es für erwiesen, daß auch die scheinbar gangförmigen Massen von Diorit und Schriesheimit nicht Gänge, sondern Schollen, nicht jünger als der Granit, sondern älter als dieser sind, genau wie es *Chelius* für die Diorit- und Gabbromassen des nördlichen Odenwaldes nachgewiesen hat[2]).

[1]) Vergl. Tafel XV rechtes Ufer. — Die drei Profile sind in 1 : 250 gezeichnet.

[2]) Die Annahme, daß im Schriesheimer Tale die Gänge von Aplit, Pegmatit und Granitit im Diorit und Schriesheimit von einer zweiten besonderen und jün-

Es mag daher hier auch noch hervorgehoben werden, daß in den Gabbromassen des Frankensteins im nördlichen Odenwald das normale Gestein nach *Chelius*[1]) und *Andreae*[2]) vielfach in Diorite auf der einen, in Olivingabbro auf der anderen Seite übergeht. Der letztere tritt in „schmalen unscharf begrenzten, nach NO. streichenden Zonen auf. — Die Olivingabbrozonen verlieren jenseits der Blattgrenze zumal in dem nördlichen Zug stellenweise den Feldspathgemengteil bei zunehmendem Olivingehalt und werden zu Olivingesteinen, welchen man jedoch durchaus keine selbständige Stellung anweisen kann. Diese Olivingesteine sind meist stark serpentinisiert[3])". *Chelius* hebt dann weiter hervor, daß durch „Umrandung der Diallage des Gabbros mit braungrüner Hornblende" Hornblendegabbros entstehen, in denen sich mitunter etwas Biotit einstellt. Die Hornblende kann bis zu großen Individuen anwachsen und den Diallag völlig verdrängen, so daß dann typische „Diorite" vorhanden sind.

Wir sehen also, daß im nördlichen Odenwald Diorite und feldspatharme oder feldspathfreie „Olivingabbros" durch allmähliche Übergänge mit normalen Gabbros verbunden sind. Ja *Rosenbusch* (1901, S. 158) zitiert geradezu „Amphibolperidotite" vom Frankenstein. Es sind demnach in geologischer wie in petrographischer Beziehung auffällige Analogien zwischen den Frankensteiner und den Schriesheimer Gesteinen vorhanden. Während aber am Frankenstein die vorherrschende Felsart der Gabbro ist, die Olivingesteine und Diorite geologisch keine Selbständigkeit besitzen, sondern nur als lokale Facies des Gabbro auftreten, ist es um so merkwürdiger, daß in den vom Granit umschlossenen kleinen Schollen des Schriesheimer Tales gerade nur die seltenen Varietäten, nicht aber das Hauptgestein, der Gabbro selbst, ver-

geren Granititintrusion herrühren könnten, entbehrt jeder Unterlage. Dagegen kann es zweifelhaft erscheinen, ob man die Schollen von Diorit und Schriesheimit im Granitit als ganz fremde Gebilde oder als primäre Ausscheidungen des Granititmagmas, die vor dessen «mise en place» enstanden wären, auffassen will. Im letzteren Falle könnten die langgezogenen Formen auf einer Verflößung im Granititmagma beruhen.

[1]) Erläuterungen zu Blatt Zwingenberg und Bensheim. Darmstadt. 1896. S. 19 u. f. sowie an anderen Orten.

[2]) *Andreae* u. *König*. Der Magnetstein vom Frankenstein a. d. Bergstraße. Abhandl. d. Senckenberg. Naturforsch. Ges. Bd. XV, Heft 2. 1888. S. 61 u. f.

[3]) *Chelius* a. a. O.

treten sind. Dieser scheinbare Widerspruch fand indessen bei der mikroskopischen Untersuchung und chemischen Vergleichung unserer Gesteine eine Erklärung. Es mögen daher im Folgenden, obwohl besonders der Amphibolperidotit, aber auch der Diorit von Schriesheim mikroskopisch im wesentlichen gut bekannt sind, dennoch wenigstens einige neue mikroskopische Ergebnisse mitgeteilt werden. Eine vollständige petrographische Beschreibung der Gesteine lag nicht im Rahmen unserer Arbeit.

Hinsichtlich der Profiltafel haben wir noch einige Bemerkungen hinzuzufügen. Die Signatur — a = Aplit umfaßt auch die Aplit-Pegmatit- und reinen Pegmatitgänge. Durch ein Versehen ist der Diorit im dritten Profile neben dem Gange 11 durch dichtere Punktierung so dargestellt, daß der Leser entweder eine exomorphe, durch den Granititgang verursachte Kontaktmetamorphose oder eine randliche Kontaktmodifikation des dann als jünger zu denkenden Dioritcs gegen den Granitit erwarten wird. Beides ist nicht der Fall. Der Diorit ist dort nur sehr grobkörnig und infolgedessen dem Schriesheimit ähnlicher als an anderen Stellen. Ebenso grobkörnige Varietäten kommen aber auch an anderen Punkten ohne Zusammenhang mit Granititgängen vor.

Der Gang No. 1 des dritten Profiles scheint makroskopisch in den meisten Stücken reiner Quarz zu sein. Mikroskopisch läßt sich auch Orthoklas nachweisen. Stellenweise geht er in Aplit über. Der Hauptsache nach ist er als ein Pegmatit zu bezeichnen, der für die topographische Mineralogie unserer Gegend dadurch interessant ist, daß wir in ihm kleine Blättchen von Molybdänglanz auffanden[1]).

Die Gänge 8, 9 und 10 scheinen durch eine kleine auch eingezeichnete Verwerfung abgeschnitten zu sein. Der Gang No. 13 in Profil I ist nach den Aufzeichnungen des einen von uns[2]) ein Quarzgang. Dem Verf. des Manuskriptes liegt ein Stück davon vor, das aus reinem Quarz besteht und in Drusenräumen Bergkrystalle der gewöhnlichen Kombination von bis zu 3 cm Länge enthält.

---

[1]) Herr Prof. Dr. Viktor *Goldschmidt* hatte die Freundlichkeit, da die Arbeit im stratigraphisch-palaeontolog. Institute ausgeführt wurde, in dem es an allen Vorrichtungen zu chemischen Untersuchungen fehlt, uns diese Bestimmung durch eine Lötrohrprobe zu bestätigen.

[2]) *Nowomejsky.*

Der in der Karte I in dem Dioritvorkommnis des Hettersbachtales eingetragene Gang ist ein Granitit von ziemlich grobem Korn.

An der Stelle, wo in dem dritten Profile der scheinbar keilförmige Granititgang 2 den Aplit-Pegmatitgang No. 1 und den Aplitgang 3 abschneidet, liegt erstens ein Versehen in der Zeichnung vor und zweitens ist der Aufschluß nicht ganz klar. Die keilförmige Masse No. 2 besteht, nach einer Probe zu urteilen, aus Aplit-Pegmatit, der Gang 3 dagegen aus Granitit. Es ist wahrscheinlich, daß dort eine Verwerfung vorliegt. Übrigens möchten wir auch hervorheben, daß zwischen den typischen, wenn auch biotitarmen Graniten der Gänge und den Apliten alle möglichen Übergänge vorkommen, was sich indessen wohl nur daraus erklärt, daß der Granitit, je schmäler die Gänge werden, um so mehr seinen Glimmergehalt und sein Korn verringert und aplitische Struktur annimmt. Ein Teil der Aplite ist als Apophysenfacies des Granitites aufzufassen. Daneben existieren aber auch mächtige, echte Aplitgänge, die spätere Intrusionen darstellen.

Mikroskopische Ergebnisse.

Schon *Kloos* (1885), dessen Originalarbeit wir uns übrigens nicht haben verschaffen können, erkannte, daß außer der früher für Diallag gehaltenen dunklen Hornblende in dem Schriesheimit auch noch wirklich ein Pyroxenmineral vorhanden ist. In dem uns zugänglichen Referate heißt es darüber: „Daneben ist Augit spärlich, aber deutlich vorhanden; farblos, wohl begrenzt, große Auslöschungsschiefe; deutlich spaltbar; vollkommen frisch und nicht das primäre Mineral, aus dem die Hornblende hervorgegangen ist, welche aber ihrer ganzen Natur nach wohl auch sekundären Ursprungs ist. Diesem Gestein ähnlich ist das vom Ehrsberg im südlichen Schwarzwald.“ Von dem Ehrsberger Gestein ist es bekannt und uns auch durch Untersuchung von Gesteinsproben und Schliffen[1]) ersichtlich, daß der Pyroxen ein echter Diallag ist. Es wird daher auch jetzt, wenigstens in seinen feldspathreichen Vorkommnissen, stets zum Gabbro gestellt.

In dem Schriesheimer Gestein fanden auch wir den *Kloos*'schen Pyroxen wieder und zwar in kleiner Menge in dem von *Benecke* und *Cohen* zuerst beschriebenen Aufschlusse im Haupttale, in recht

[1]) Wir verdanken diese der Freundlichkeit des Herrn Bergrat Dr. F. *Schalch*.

beträchtlicher Menge in den beiden auf der Karte I angegebenen Blöcken der „Langen Schaar" und in dem neuen von uns aufgefundenen Vorkommnis des Fenzengrundes. Diesem Pyroxen fehlen die charakteristischen Interpositionen und die faserige Struktur des typischen Diallages. Nur in wenigen Schnitten ließ sich wenigstens eine Andeutung vertikaler Faserung beobachten. Die Spaltbarkeit nach dem Prisma ist deutlich, daneben aber auch vielfach recht deutlich die Spaltbarkeit nach (100) und zwar teils verbunden mit Zwillingsbildung nach derselben Fläche, teils ohne jede Andeutung davon. Die Körnchen des Pyroxens sind zu klein, als daß es gelungen wäre, Spaltblättchen abzuheben oder das Mineral doch wenigstens makroskopisch zu identifizieren. Dennoch möchten wir bei dem Aussehen der mikroskopischen Querschnitte nicht behaupten, daß die Spaltbarkeit nach (100) bei ihnen in ähnlich starker Weise vor der prismatischen vorherrscht, wie man das bei dem typischen Diallag kennt. Immerhin wird man aber unseren Pyroxen „diallagähnlich" nennen müssen. Übrigens haben wir auch nicht in allen Schliffen des Frankensteiner Olivingabbro, die uns Herr Oberbergrat Prof. Dr. *Chelius* freundlicherweise zur Verfügung stellte, die Interpositionen und die Faserung des Diallages nachweisen können, obwohl da die Zugehörigkeit des Pyroxens zum Diallag allgemein anerkannt wird. In vielen Fällen zeigte es sich in unseren Schliffen ganz deutlich, daß der Pyroxen in eine zweite hellere, mitunter faserig-schilfige Hornblende übergeht, die mit der dunkleren, von uns für primär gehaltenen nur insofern etwas zu tun hat, als sie sich mitunter in krystallographisch gleicher Orientierung an diese anzusetzen scheint. Ob es sich bei dieser Umwandlung des Pyroxens um eine gemeine Verwitterungserscheinung handelt oder um eine besondere längst zum Abschluß gekommene Metamorphose, das vermögen wir auf Grund unseres Materiales nicht zu entscheiden[1]).

Unser Pyroxen ist meist idiomorph begrenzt und zwar nicht nur gegen den später noch zu zitierenden Plagioklas, sondern auch gegenüber der primären Hornblende, in welcher er in Form von ganz unregelmäßig gelagerten Körnern Einschlüsse bildet und zusammen mit dem Olivin die poikilitische Struktur hervorruft. Nur dieser letztere dürfte seine Ausscheidung noch etwas früher begonnen

[1]) *Chelius* (l. c.) ist der letzteren Ansicht und wird sie demnächst ausführlich begründen.

und eingestellt haben als der Pyroxen. Doch wurden Kontakte zwischen beiden nicht oft genug beobachtet, um eine sichere Feststellung ihres Verhältnisses zu ermöglichen.

Schon *Rosenbusch* hatte in dem Schriesheimit die ursprüngliche, wenn auch sehr spärliche Beteiligung von Feldspath aus Verwitterungsprodukten erschlossen. Es gelang uns nun, in dem neuen Vorkommnis vom Fenzengrund Plagioklas in zu einem kleinen Teile noch frischen Zustande und in nicht ganz unbeträchtlicher Menge nachzuweisen. Leider war das Material nicht genügend zu einer exakten Bestimmung; doch gelang es, in einem kleinen Schnitt mit symmetrisch auslöschenden Zwillingslamellen nach dem Albitgesetz eine Auslöschungsschiefe von 30° zu messen. Es liegt demnach ein sehr basischer Plagioklas, wenigstens Labradorit, vor. Er füllt fast stets Hohlräume zwischen den übrigen älteren Gemengteilen aus. — Eine ophitische Struktur ließ sich in keinem Vorkommnis unseres Gesteins beobachten.

Der Olivin wurde von uns sowohl in der Varietät vom Fenzengrund wie in der des Haupttales noch sehr oft vollständig frisch angetroffen. Wir haben über ihn keine wesentlichen neuen Beobachtungen mitzuteilen, machen aber darauf aufmerksam, daß der Serpentin unserer Gesteine nicht immer nur aus ihm hervorgeht, sondern daß wir in einem Schliffe auch deutlich den Übergang des Pyroxens in Serpentin beobachten konnten. Endlich heben wir noch hervor, daß ein dunkler, im Schliffe aber ziemlich helldurchsichtiger, beinahe einaxig erscheinender Glimmer sich gleichfalls in geringem Maße am Aufbau des Schriesheimites im Fenzengrund beteiligt und ebenso wie die primäre Hornblende poikilitisch von Olivin und Pyroxen durchbrochen ist.

Dem Mengenverhältnis nach übertrifft in dem Vorkommnis vom Fenzengrund der Pyroxen etwas die Hornblende. Diese ist in annähernd gleicher Menge vorhanden wie der Plagioklas. Der Olivin tritt in wesentlich geringerer Menge auf als die anderen Hauptgemengteile. Würde man dies Gestein für sich allein finden, so würde man es entschieden nicht zu dem Schriesheimit stellen, sondern es als einen olivinführenden hornblendereichen Gabbro bezeichnen. Wir haben damit also den bisher noch fehlenden Nachweis geliefert, daß die Amphibolperidotit-Vorkommnisse des Schriesheimer Tales ebenso wie am Frankenstein mit olivinführenden Gabbros in Verbindung stehen.

Es liegt nun die Frage nahe, ob die chemische Zusammensetzung des „Schriesheimites" selbst nicht auch Merkmale aufweist, die auf einen Zusammenhang des Gesteines mit Gabbros deuten. Bisher lag nur die *Fuchs*'sche[1]) Analyse vor, die uns durch den hohen Glühverlust, durch das Verhältnis von Kali zu Natron, den ungewöhnlich hohen Eisen- und niedrigen Magnesiagehalt einerseits eine hochgradige Zersetzung, andererseits Versehen bei der Ausführung der Analyse anzudeuten schien. Es ist daher sehr erfreulich, daß wir dank dem freundlichen Entgegenkommen des Herrn Prof. Dr. Max *Dittrich* in Heidelberg eine von ihm selbst ausgeführte zuverlässige Analyse mitteilen können, die er zum Behufe der Untersuchung von Zersetzungserscheinungen ausführte und demnächst selbst publizieren wird[2]). I ist die *Fuchs*'sche Analyse, IV die *Dittrich*'sche; II die Fuchs'sche, III die *Dittrich*'sche, beide nach Abzug des Glühverlustes auf 100 % berechnet.

	I	II	III	IV
SiO_2	41,44	43,61	45,42	43,17
TiO_2	—	—	0,40	0,38
Al_2O_3	6,63	6,98	6,09	5,79
Fe_2O_3	13,87	14,60	7,18	6,82
FeO	6,30	6,63	5,16	4,90
MnO	—	—	0,16	0,15
MgO	18,42	19,38	24,36	23,15
CaO	7,20	7,58	8,97	8,53
Na_2O	0,24	0,25	1,26	1,20
K_2O	0,93	0,98	1,01	0,96
Glühverlust . . .	5,60	—	—	5,12
Summe . . .	100,63	100,01	100,01	100,17.

Das Material der *Dittrich*'schen Analyse stammt ebenso wie das der *Fuchs*'schen von der linken Seite des „Weiten Tales". Das *Dittrich*'sche Gestein, von dem wir auch einen Schliff untersucht haben, gehört zu der kleinkörnigen Varietät und zeigt durch seinen hohen Glühverlust, daß die Umwandlung des Olivins in Serpentin wohl schon ganz vollzogen ist und daß auch andere Umwandlungserscheinungen nicht fehlen. Immerhin ist das Ver-

[1]) Fuchs. 1864. S. 329.

[2]) Als Fortsetzung seiner chemisch-geologischen Untersuchungen über „Absorptionserscheinungen" bei zersetzten Gesteinen. I. Mitteilungen Bad. Geol. Landesanstalt. IV, 1901. S. 341 u. f.

hältnis von Natron zu Kali noch das normale, Kali und Magnesia sind nicht unwesentlich höher als bei *Fuchs*, Eisenoxyd um die Hälfte geringer. Diese Abweichungen lassen sich bestimmt nicht bloß durch ungleich starke Zersetzung, wahrscheinlich auch nicht durch primäre Unterschiede im Material erklären. Wir legen daher für unsere Betrachtungen nur die Zahlen unter III und IV zugrunde. Von diesen stimmt Al_2O_3 mit 6,09 gut mit den Peridotiten, nicht mit den Gabbros, die Magnesia steht schon etwas unter dem Normalgehalt peridotitischer Gesteine, ist aber für einen Gabbro entschieden zu hoch, der Kalkgehalt stimmt besser mit Gabbro als mit Peridotit, obwohl er auch in diesen letzteren so hoch steigen kann. Das Gleiche gilt von dem Gehalt an Alkalien. So sehen wir, daß unser Gestein in der Tat entsprechend seiner geologischen Verknüpfung mit Gabbro auch chemisch noch deutliche Beziehungen zu diesem aufweist.

Aber auch die mikroskopische Untersuchung des „Diorites" selbst ergab ein uns wichtig erscheinendes Resultat. — *Benecke* und *Cohen* (1879, S. 137) erkannten in zweien der Schriesheimer Vorkommnisse „Augit" als einen wesentlichen Gemengteil. Sie bezeichneten sie daher als Augitdiorite. Das eine dieser Vorkommnisse ist das von *Zittel* untersuchte von der „Hohen Waid", indem der Plagioklas durch zwei Analysen als ein der Grenze der Andesine schon nahestehender Labradorit erkannt ist. Wir fanden nun bei der mikroskopischen Untersuchung einer größeren Anzahl von Handstücken verschiedener Dioritfundorte im Schriesheimer Tal sehr oft neben einer dunklen, offenbar primären, und dem als primär erkannten Amphibol des Schriesheimites entsprechenden Hornblende eine zweite hellere bis farblose, die oft deutlich schilfige Struktur hat und gern mit der primären Hornblende in paralleler Stellung verwächst. Nach dem Verhalten der beiden Hornblenden in dem „Schriesheimit"-Vorkommnis des Fenzengrundes erscheint es uns ganz sicher, daß auch hier die hellere Hornblende ein sekundäres Umwandlungsprodukt nach einem primär in beträchtlicher Menge vorhandenen Pyroxenmineral ist. Dieser Pyroxen aber, den wir leider in unseren Dioritstücken nirgends mehr frisch auffanden, ist nach der Beschreibung bei *Benecke* und *Cohen* kein anderer als der von *Kloos* und uns im Schriesheimit und Hornblendegabbro nachgewiesene, der durch seine deutliche Spaltbarkeit nach (100) dem Diallag

ähnlich, wenn nicht überhaupt zu ihm zu stellen ist. — Da nun die sekundäre Hornblende in recht erheblicher Menge in vielen der „Diorite" vorhanden ist, so müssen wir diese als zum Teil primär sehr pyroxenreiche Gesteine ansehen, und es wird damit fraglich, ob für sie auch nur die Bezeichnung „Augitdiorit" das Richtige trifft, ob sie nicht vielmehr besser bei den Gabbros einzureihen wären. In dieser Hinsicht ist nun eine von Herrn Prof. Dr. *Dittrich* in Heidelberg ausgeführte und uns liebenswürdigerweise zur Verfügung gestellte Analyse des „Diorites" sehr lehrreich. Sie ergab die unter I mitgeteilten Zahlen:

	I	II	III	IV
SiO_2	40,82	42,78	45,80	45,11 %
TiO_2	1,90	1,99	0,21	0,21 %
Al_2O_3	17,55	18,40	19,97	19,67 %
Fe_2O_3	6,75	7,08	4,39	4,32 %
FeO	6,29	6,60	8,70	8,57 %
MnO	0,15	0,16	—	—
CaO	10,34	10,84	10,61	10,45 %
MgO	6,91	7,25	5,74	5,65 %
K_2O	2,77	2,90	0,65	0,64 %
Na_2O	1,90	1,99	3,93	3,87 %
P_2O_5	0,54	—	—	0,25 %
Glühverlust . .	4,25	—	—	0,83 (H_2O)
Summe . .	100,17	99,99	100,—	100,07.

II ist dieselbe Analyse, nach Abzug des Glühverlustes und der Phosphorsäure auf 100 % umgerechnet. IV ist eine von *Chelius* veröffentlichte, *Marzahn*'sche Analyse des „Diorites" von Lindenfels im Odenwald[1]). Das Gestein enthält noch 0,33 FeS_2 und 0,17 hygroskopisches Wasser. — *Rosenbusch* (1901, S. 155) führt es als „Hornblendegabbro" auf[2]); und es ist ihm darin beizupflichten, daß bei seiner Abgrenzung der Gabbrogruppe die Bezeichnung „Diorit" nicht mehr zutrifft. III ist dieselbe Analyse, zum Vergleich mit II nach Abzug von Wasser, Phosphorsäure und FeS_2 auf 100 % umgerechnet.

Zu der *Dittrich*'schen Analyse ist vor allen Dingen zu bemerken, daß leider das analysierte, uns vorliegende Stück schon eine weitgehende Zersetzung des Feldspathes aufweist. Dieser,

[1]) Vergl. Erläuter. zu Blatt Zwingenberg 1896. S. 37, zu Blatt Lindenfels, 1901. S. 34.

[2]) A. a. O. No. 7.

der ja nach der von *Zittel* mitgeteilten Analyse zum Labradorit gehört, ist vollständig in ein Aggregat von kleinen Blättchen und Körnchen umgewandelt, in dem sich mikroskopisch Muskovit durch das optische Verhalten im parallelen und konvergenten Lichte sicher nachweisen ließ. Der Fundort des Gesteines ist das Wäldchen auf der „Langen Schaar" zwischen dem Schriesheimer und dem „Weiten Tale", wo es mitten im Granit auftritt. Und es hat nun zweifellos aus diesem eine Zufuhr von Kali stattgefunden, mit der, wie es gerade durch *Dittrich's* Untersuchungen an anderen Odenwälder Gesteinen aufs klarste gezeigt worden ist[1]), Verringerung des Gehaltes an Kalk, Natron und in unbedeutenderem Maße auch der Magnesia Hand in Hand geht. Daß dieser Prozeß hier schon ziemlich weit vorgeschritten ist, zeigt auch der hohe Glühverlust. Es muß daher nach den Ergebnissen der mikroskopischen Untersuchung des frischen und des zersetzten Gesteines unbedingt angenommen werden, daß ursprünglich der Natrongehalt höher als der Kaligehalt war, daß der Magnesiagehalt um einen sehr kleinen, die CaO-Summe um einen etwas größeren Betrag zu erhöhen ist. Würde man daher in II die Zahlen von K_2O und Na_2O austauschen, dabei Na_2O noch um einen nicht ganz unwesentlichen Teil von K_2O erhöhen und CaO um einen kleinen, sämtlichen übrigen Komponenten gleichmäßig zu entnehmenden Betrag vermehren, so würde man, abgesehen von der Phosphorsäure, ein annähernd richtiges Bild von der Zusammensetzung unseres Gesteines im frischen Zustande erhalten. Der hohe Phosphorsäuregehalt unter I wird übrigens auch durch die mikroskopische Untersuchung bestätigt. Es sind ungewöhnlich große Mengen von Apatit da.

Vergleicht man unter Berücksichtigung der eben gemachten Vorbehalte II mit III, so zeigt es sich, daß die beiden Gesteine in allen wesentlichen Zügen miteinander übereinstimmen, nur daß das Schriesheimer Gestein durch geringeren Gehalt an SiO_2 und durch größere Mg-Menge den gabbroiden Charakter noch deutlicher zeigt.

Das Ergebnis unserer Betrachtungen ist also, daß einerseits der Schriesheimit durch Zunahme des Feldspathgehaltes und Ver-

[1]) Chemisch-geologische Untersuchungen über „Absorptionserscheinungen" bei zersetzten Gesteinen. I. Mitteilungen Bad. Geol. Landesanstalt. IV, 1901. S. 341 u. f.

mehrung des diallagartigen Pyroxenes mit Gesteinen verbunden ist, die vollständig analog den Vorkommnissen vom Frankenstein als olivinführende, hornblendereiche Gabbros zu bezeichnen sind. Andererseits sind die bisher als „Diorite" bezeichneten Vorkommnisse des Schriesheimer Tales wohl sicher wenigstens zum Teil zum Gabbro zu stellen, da ein erheblicher Teil der in ihnen auftretenden Hornblende sekundär aus einem diallagartigen Pyroxen entstanden ist und auch ihre chemische Zusammensetzung dem entspricht.

Andreae und *Osann* hatten also mit ihrer auf S. 636 dieser Arbeit zitierten Vermutung über einen Zusammenhang durch Übergänge zwischen dem „Diorit" und dem Schriesheimit vollständig recht, während die von den älteren Autoren ausgesprochene Vermutung eines Zusammenhanges beider Gesteine in dem Sinne, daß das eine als Zersetzungsprodukt des anderen auftrete, keine Begründung hat.

Zusammenfassung.

Die bisher für Gänge gehaltenen Amphibolperidotite und Diorite des Schriesheimer Tales sind in Wirklichkeit ältere, vom Granit eingeschlossene und durchtrümerte Schollen. Der Amphibolperidotit einerseits, der Diorit andererseits gehen in olivinführende bez. olivinfreie Hornblendegabbros über und sind offenbar gleichaltrige, syngenetische, nur als Lokalfacies eines Hornblendegabbro aufzufassende Differentiationen desselben Magmas. Auch chemische Analysen bestätigen diese Auffassung. Ja, es ist zweifelhaft, ob überhaupt echte Diorite vorkommen, da in vielen der Vorkommnisse ein erheblicher Teil der Hornblende sekundär auf Kosten eines diallagartigen Pyroxenes entstanden ist. Es besteht also eine vollkommene Analogie zu den von *Chelius* ausführlich beschriebenen Verhältnissen im nördlichen Odenwalde, besonders in der Umgebung des Frankenstein.

Die Granititgänge in den Schollen sind biotitarm und können bei geringer Mächtigkeit geradezu in Aplite übergehen.

Von rein lokalem Interesse sind das Auftreten von Molybdänglanz in einem sehr feldspatharmen Pegmatitgang und die in den Karten niedergelegten Beobachtungen über die Verbreitung der einzelnen Gesteine.

Beobachtungen über eigentümliche Sprungsysteme von großer geometrischer Regelmäßigkeit.[1]

Von **O. Bütschli.**

In einer kurzen interessanten Mitteilung, deren Kenntnis ich der Güte des Verfassers verdanke, teilte Herr *Hinterberger* (Wien 1900) mit, daß sich, unter gewissen Bedingungen, in dünnen trockenen Harzschichten höchst merkwürdige, regelmäßige Sprungbildungen erzeugen lassen. Da ich schon einige Zeit zuvor in meinem Werk über Strukturen (1898) gelegentlich auf nicht unähnliche Sprungsysteme in dünnen eingetrockneten Schichten von Hühnereiweiß hingewiesen und namentlich deren eigentümliches Verhalten zwischen gekreuzten Nicols entdeckt hatte, so interessierten mich *Hinterbergers* Befunde sehr; um so mehr, als ich von vornherein vermutete, daß auch die von ihm hergestellten feinen Sprungsysteme ähnliche optische Eigenschaften besitzen müßten, wie die von mir beobachteten. Andererseits bieten aber diese, zum Teil durch erstaunliche Regelmäßigkeit ausgezeichneten Sprungsysteme auch deshalb ein besonderes Interesse, weil in der Anorganismenwelt, mit Ausnahme der Krystalle, regelmäßige Formbildungen zu den seltensten Erscheinungen gehören, so seltenen, daß gelegentlich in philosophischen Abhandlungen darauf hingewiesen wurde, daß das Vorhandensein einer regelmäßig geometrischen oder stereometrischen Figur, abgesehen natürlich von den bekannten krystallinischen, auf ihre Erzeugung durch ein intellektuelles, vernünftiges Wesen hindeute. Die Bildung sehr regelmäßiger Figuren, unter gewissen näher feststellbaren Bedingungen, hat jedoch auch für die Krystallformen der Anorganismen eine gewisse Bedeutung, mag dieselbe auch zurzeit noch sehr gering erscheinen. Denn da wir von dem eigentlichen Wesen der Krystallisation vorerst so gut wie nichts wissen, so kann es, selbst wenn es sich nur um Analogien handelt, doch nicht ohne Wert sein,

[1] Über die wichtigsten Ergebnisse der vorliegenden Arbeit habe ich schon am 1. Febr. 1901 in einer Sitzung des naturhist.-mediz. Vereins zu Heidelberg berichtet.

regelmäßige Figurenbildungen in der Anorganismenwelt hinsichtlich ihrer Entstehung genauer zu verstehen.

Die von Herrn *Hinterberger* entdeckten Sprungfiguren entstehen, wenn man photographische Trockenplatten, d. h. mit einer dünnen Gelatineschicht bedeckte Glasplatten, die mit sog. Negativlack überzogen, also mit einer dünnen trockenen Harzschicht über der Gelatine versehen sind, in Wasser, schwache Sodalösung oder Entwicklerlösung bringt und darin kürzere oder längere Zeit läßt. An gewissen Punkten dringt das Wasser durch die Harzschicht zur Gelatine vor und bringt sie zum Aufquellen. Infolge der Verdickung der quellenden Gelatineschicht wird der darüber liegende Harzüberzug gesprengt und diese Sprengung schreitet so gleichmäßig mit dem sich ausbreitenden Aufquellen der Gelatineschicht fort, daß die auftretenden Sprungbildungen meist eine ganz erstaunliche Regelmäßigkeit zeigen. Wie schon Herr *Hinterberger* beobachtete, lassen sich zwei Typen der Sprungbildung unterscheiden, nämlich 1. strahlige, von einem Punkt ausgehende Sprünge, welche sternartige Figuren erzeugen, und 2. kreisförmige Ringsprünge, deren regelmäßig konzentrische Wiederholung sphärenartige Figuren von erstaunlicher Regelmäßigkeit hervorbringt. Zu diesen beiden Typen gesellt sich nach meinen Erfahrungen als dritter der schuppenförmige, welcher wie der der Ringsprünge gleichfalls zu Sphärenbildungen führt, die jedoch aus kleinen schuppenförmigen Gebilden aufgebaut sind. Diesen Typus hat *Hinterberger* nicht bestimmt unterschieden, obgleich er sehr häufig auftritt. Durch Kombination der verschiedenen Typen, sowie durch gewisse Modifikationen derselben kann die Mannigfaltigkeit und Zierlichkeit der Figuren sehr gesteigert werden, wie auch schon *Hinterberger* zum Teil beobachtete.

Aus den oben erwähnten Gründen habe ich schon im Winter 1900/01 mit freundlicher Hülfe des Herrn Photographen *O. Semmelmaier* eine Anzahl Versuche mit in der erwähnten Weise präparierten Platten angestellt, welche die Vermutung hinsichtlich der Doppelbrechung gewisser Figuren völlig bestätigten. Herr *Semmelmaier* hatte dann die Güte, allmählich gegen 50 derartige Platten anzufertigen, welche eine große Mannigfaltigkeit der Figuren darbieten, und mir erlauben, die interessanten Bildungen etwas näher zu erläutern. Natürlich würde es sich zurzeit nicht verlohnen, auf die große Variabilität, welche die Sprungfiguren durch ver-

schiedenartige Kombinationen der oben erwähnten Typen darbieten können, ausführlicher einzugehen. Ich werde mich daher darauf beschränken, das Prinzipielle und Typische hervorzuheben.

Schon *Hinterberger* hat außer Negativlack verschiedene andere Harzüberzüge probiert: so Schellack in Alkohol (1), Sandarak in Alkohol (2), Damar in Xylol (3), Mastix in Chloroform (4) und Asphalt in Terpentin (5), jedoch nur bei 2 und 5 sternartige Sprungfiguren erhalten, bei den übrigen dagegen keine Figuren. Der gewöhnliche Negativlack, wie er zum Lackieren von Negativen benutzt wird, ist in der Regel eine Lösung von Schellack und Sandarak in Alkohol, mit Zusatz von etwas Kampher, venetianischem Terpentin und einem Öl; auch bleibt der Schellack zuweilen weg. Mit dem von mir benutzten *Luckhardt*'schen Negativlack[1]), der auf die erwärmte Platte in dünner Schicht aufgegossen wird, erhält man in der Regel sehr schöne Sprungfiguren. Auch wir haben einige andere Harze probiert und dabei folgendes beobachtet. Sehr geeignet erwies sich Kanadabalsam, rein oder in Xylol gelöst aufgetragen und darauf die Platten noch gründlich über der Flamme erhitzt. Weniger gut ist alkoholische Schellacklösung oder alkoholische Lösung von gereinigtem Kolophonium, da die Schichten dieser Harze nicht zum Springen neigen. Bei gehöriger Erhitzung (Austrocknung) über der Flamme gaben jedoch auch sie ganz gute Sprungbildungen. Ähnlich verhielt sich auch Kopal in Chloroform gelöst und sog. Mattlack (wesentlich Sandarak und etwas Mastix in Äther und Benzol gelöst). Gar nichts ergab sog. wasserlöslicher Schellack.

Im allgemeinen scheinen sich alle untersuchten Harze wesentlich gleich zu verhalten, auch was die Beschaffenheit der Sprungfiguren betrifft. Erforderlich ist nur hinreichende Brüchigkeit und Sprungfähigkeit der Harzschicht, die bei den verschiedenen Harzen verschiedengradiges Erhitzen oder Austrocknen erfordert. Ist die Harzschicht noch zähe und biegsam, so tritt keine Sprungbildung

---

[1]) Dieser Negativ- oder Retuschirlack besteht aus 1000 cbcm Alkohol, 167 gr Sandarak, 33 gr Rizinusöl, 17 gr Kampher und 17 gr venet. Terpentin. Wie bemerkt, wurde die mit dem Lack in dünner Schicht übergossene erwärmte Platte noch einige Zeit über der Bunsenflamme getrocknet; wobei sich im allgemeinen ergab, daß die Platten um so sprungfähiger werden, je stärker sie erhitzt oder ausgetrocknet sind.

auf, die nach längerem Erhitzen oder langem Liegen der Platte nachträglich doch eintreten kann.

Ich gehe nun zu einer kurzen Schilderung der beobachteten Figuren über.

A. Die Sternfiguren.

Diese Figuren entstehen so, daß das Wasser an einer gewissen punktförmigen Stelle der Harzschichte eindringt und die darunter liegende Gelatine aufquillt. Die einfachste, jedoch nicht häufige derartige Figur (s. Fig. 1) besteht aus drei von einem

Fig. 1.

Fig. 1. Einfache dreistrahlige Sprungfigur. Negativlack. Vergr. 44 (Zeichenapp.). Die punktierte Linie bezeichnet den Umriß der Quellungsfigur der Gelatine nach Beobachtungen an anderen Platten.

Fig. 2.

Fig. 2. Dreistrahlige Sternfigur, deren Strahlen sich regulär dreigabeln; je ein verbindender Quersprung zwischen den Gabelästen. Negativlack. Vergr. 44. Z. A.

Zentrum, unter Winkeln von nahezu 120°, ausgehenden Sprüngen, die in ihrer zentralen Partie mäßig klaffen und an ihren Enden ganz fein auslaufen. Viel häufiger finden sich jedoch mehrstrahlige Sterne. Recht selten ist der Vierstrahler, wie ihn Fig. 4 zeigt, mit nahezu genau rechtwinklig zueinander stehenden Strahlen. Recht häufig trifft man dagegen fünf bis neun und noch mehr Strahlen (s. Fig. 5, 6, 7), wobei die annähernde Gleichheit der Winkel zwischen den Strahlen den Figuren meist ein sehr regelmäßiges Aussehen gibt. — Eine recht seltene Erscheinung sind endlich Figuren, die nur aus zwei gegenständigen, also in eine Linie fallenden Sprüngen gebildet sind. Obgleich, wie gesagt, derartige Bildungen gelegentlich vorkommen, so sind doch die meisten

so entstanden, daß zwei gegenständige Sprünge kleiner mehrstrahliger Sterne ansehnlich auswuchsen, während die übrigen

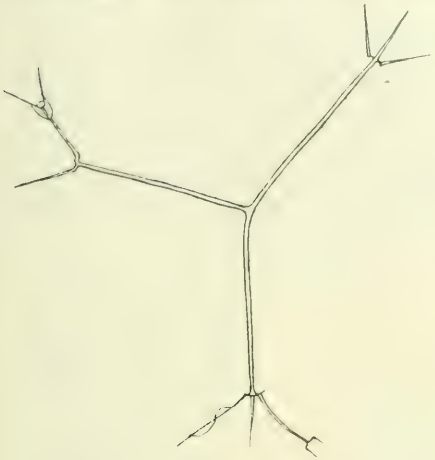


Fig. 3.

Fig. 3. Dreistrahlige Sternfigur mit regelmäßiger Verzweigung der drei Hauptstrahlen. Negativlack. Vergr. 20. Z. A.

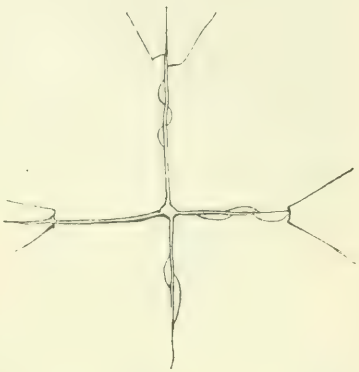


Fig. 4.

Fig. 4. Vierstrahlige Sternfigur mit Gabelung der Hauptstrahlen. Um letztere z. T. einige Schuppensprünge ausgebildet. Negativlack. Ohne Z. A.

sehr klein blieben. Jedoch sind derartige Figuren, wie schon bemerkt, überhaupt recht selten, wenn sie auch auf einzelnen Platten relativ häufiger auftraten.

Im allgemeinen bildet auch für die Sternfiguren, wie dies noch sicherer für die sphärischen Figuren festzustellen ist, eine in der Lackschicht (eventuell auch der Gelatineschicht) eingeschlossene Verunreinigung, ein Staubteilchen oder ähnliches den Ausgangspunkt. Meist läßt sich dies sicher erkennen.

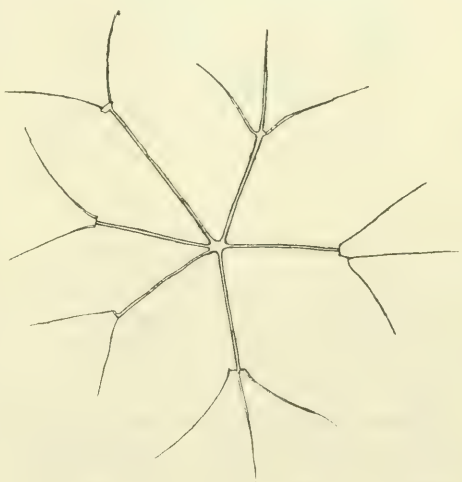


Fig. 5.

Fig. 5. Sechsstrahlige Sternfigur mit regelmäßig verzweigten Hauptstrahlen. Negativlack. Vergr. 20. Z. A.

An dieser Stelle ist die Harzschicht durchgängiger für Wasser, sei es wegen geringerer Dicke, sei es wegen ganz kleiner Sprünge, die hier existieren. Demnach findet sich gewöhnlich im Zentrum der Sterne eine solche Verunreinigung, von der die Sprünge ausstrahlen. Ist diese Verunreinigung sehr klein, so finden sich gewöhnlich wenige Sprünge, ist sie dagegen größer, so strahlen in ihrem Umfang sofort eine größere Zahl aus. Häufig sind jedoch die vielstrahligen Sterne dadurch entstanden, daß sich die wenigen (3—5) erst entstandenen Sprünge schon nach kurzem Verlaufe gabeln, resp. verzweigen.

Fig. 6.

Fig. 6. Neunstrahlige Sternfigur mit verzweigten Hauptstrahlen, die z. T. Neigung haben, in konzentrische Ringsprünge überzugehen. Negativlack. Vergr. 20.

Das Charakteristische der strahligen Sprungbildungen besteht also darin, daß die quellende, sich verdickende Gelatine die Harzschicht erhebt, dieselbe dabei dehnt und in radiären Richtungen strahlig zerreißt.

Ein allgemeiner Charakter dieser Sternfiguren ist nun, daß ihre Strahlen, wenn sie eine gewisse Länge erreicht haben, sich gabeln, und zwar entweder in zwei oder in drei neue Strahlen. Wenn einfache Zweigabelung auftritt, so geschieht dies fast immer in der Weise, daß am Ende eines Hauptstrahls ein kleiner, zu ihm senkrechter Quersprung sich bildet, von dessen Enden dann die beiden Gabeläste ausgehen (Fig. 2—6). Die dreifache Gabelung dagegen entsteht so, daß der erwähnte Quersprung sich nicht am Ende des Hauptstrahls ausbildet, sondern etwas hinter dem-

selben; nicht selten auch derart, daß die beiden Hälften des Quersprungs auf etwas verschiedener Höhe des Hauptsprungs auftreten. In diesem Falle setzt sich daher der Hauptsprung zwischen den beiden neuen Gabelsprüngen fort und die Folge ist eine dreifache Gabelung des Hauptsprungs.

Die Regelmäßigkeit der Sternfiguren wird nun dadurch sehr groß, daß die Gabelung sämtlicher Strahlen fast stets in nahezu gleichen Entfernungen vom Zentrum eintritt. Der Grund der Gabelung ist jedenfalls darin zu suchen, daß, je mehr sich der Umkreis der Gelatineaufquellung um das Zentrum erweitert, um so länger auch der Umkreis der gedehnten Harzschicht wird; wenn nun eine gewisse Länge der Harzschicht bei einer gewissen Dehnung einen Sprung erhält, so ist wahrscheinlich, daß eine längere Harzstrecke bei entsprechender Dehnung auch eine entsprechend größere Anzahl Sprünge erhält. —

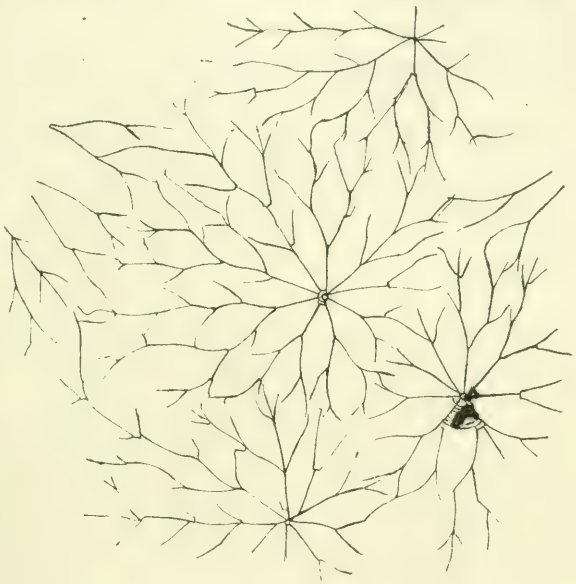


Fig. 7.

Fig. 7. Zahlreiche stark verzweigte Sternfiguren, deren Verzweigungen z. T. zusammenfließen. Negativlack. Vergr. 30. Z. A.

Bei der Bildung der Figuren kommt jedoch noch weiteres in Betracht. Bei der ersten Entstehung der Radiärsprünge wird der Umkreis der etwa linsenförmig aufgequollenen Gelatineschicht nahezu kreisförmig sein, da das Wasser nur von dem Zentrum aus sich ausbreitet, und die erstauftretenden Radiärsprünge werden etwa bis zur Peripherie dieser kreisförmigen Gelatineaufquellung reichen. Nachdem jedoch die Radiärsprünge entstanden sind, muß sich die Quellungsfigur der Gelatine ändern, da nun das Wasser längs der ganzen Sprünge

eintreten kann. Die Quellungsfigur der Gelatineschicht wird daher bei drei Radiärsprüngen etwa die auf Figur 1 durch die punktierte Linie angegebenen Umrisse annehmen. Die Enden der drei Strahlen werden auf diese Weise zu Zentren der Quellung; hier besitzt der Umriß der Quellungsfigur stärkere Krümmung und Wölbung und demgemäß ist auch hier die Dehnung der Gelatineschicht stärker. Hieraus dürfte es sich erklären, daß, wenn eine gewisse Länge der Strahlen erreicht ist und daher die Differenz zwischen der Dehnung an den Strahlenenden und den übrigen Stellen einen gewissen Betrag besitzt, neue Strahlensprünge an den Enden der alten entstehen. — Daß diese Beurteilung des Entstehens der sternförmigen Sprungfiguren ganz richtig ist, davon kann man sich auch durch direkte mikroskopische Verfolgung ihres Hervorgehens überzeugen. Wenn man geeignete, frisch hergestellte Platten unter dem Mikroskop stellenweis mit einer flachen Wasserschicht bedeckt, so vermag man das Wachsen der Sterne von sehr frühen Anfängen an zu verfolgen. Zwar habe ich das allererste Auftreten der Radiärsprünge nie beobachtet, dagegen wohl ganz junge Sterne. Bei diesen fällt auf, daß das Zentrum, in dem die Sprünge zusammenfließen, stets verhältnismäßig sehr weit klafft, wie denn überhaupt die in Bildung begriffenen Sprünge, gegenüber ihrer Feinheit im ausgetrockneten Zustand, weit klaffen (s. Fig. 8). Ihre wachsenden Enden dagegen laufen stets fein zugespitzt aus. Die Quellungsfigur der Gelatine ist unter dem Mikroskop, jedoch auch mit der Lupe gut zu erkennen und besitzt die schon oben erwähnten Umrisse (8a und b); die äußersten Sprungenden reichen stets bis ge-

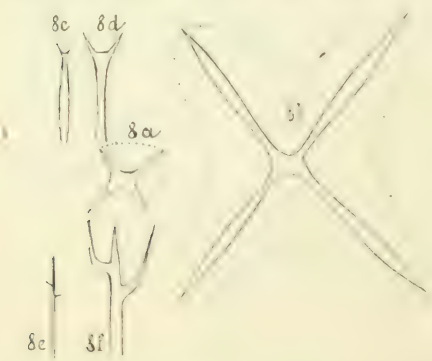


Fig. 8.

Fig. 8. Zum Wachstum der Sternfiguren. Platten von Negativlack. 8a. Frühestes beobachtetes Stadium eines vierstrahligen Sterns. 8b. Weiter fortgeschrittenes Entwickelungsstadium desselben Sterns. Die punktierte Linie gibt die äußere Grenzlinie der gequollenen Gelatine an. 8c. Erstes Stadium der Zweigabelung eines Sprungendes. 8d. Kurz darauf folgender Zustand. 8e. Erstes Stadium der dreifachen Verzweigung eines Sprungendes. 8f. Kurz darauf folgender Zustand desselben Sprunges.

nau an die Peripherie der Quellungsfigur, schreiten daher mit dieser fort. Dies Auswachsen der Sprünge erfolgt in der Regel mäßig rasch. Das beträchtliche Klaffen der Sprünge beruht auf der linsenartigen Emporwölbung der gequollenen Gelatinegallerte. Hat diese einen etwas größeren Umfang erreicht, so mindert sich in der mittleren Region die Wölbung und daher rücken hier die Sprungränder wieder näher zusammen, so daß dann die Sprünge meist eine etwas blattförmige Bildung besitzen (8 b). Ist die Quellung auf einen weiteren Umkreis fortgeschritten, so daß die gequollene Gelatineschicht eben geworden ist, so nähern sich die Sprungränder mehr und die Sprünge erscheinen daher feiner, jedoch bei weitem nicht so fein wie im ausgetrockneten Zustand.

Auch das Entstehen der Gabelung und Verzweigung der Sprünge läßt sich verfolgen. Bei einfacher Gabelung entsteht ein feiner Quersprung, dessen Enden jedoch sofort in die beiden Gabelsprünge umbiegen. Bei dem Weiterwachsen derselben erweitert sich ihre Ursprungsstelle stets sehr stark klaffend (Fig. 8c—d).

Ebenso läßt sich feststellen, daß die dreifache Verzweigung in der oben geschilderten Weise vor sich geht, indem gleichzeitig oder successive jederseits ein kleiner Quersprung an dem Hauptsprung entsteht und rasch nach vorne umbiegt (Fig. 8e—f). Es kann jedoch auch bei gewissen Platten vorkommen, daß die Sprünge sehr wenig Neigung zur Verzweigung haben, daß sie sich als einfache Sprünge sehr lange fortsetzen.

Ferner läßt sich bei der Verfolgung des Wachstums der Sternfiguren häufig auch die weiter unten zu beschreibende Erscheinung des Zusammenfließens eines Sprungs mit einem anderen nachweisen. Wenn dagegen ein Sprung gegen einen senkrecht zu ihm gestellten wächst, unter welchen Bedingungen in der Regel eine Vereinigung ausgeschlossen ist, so bemerkt man häufig, daß die Spitze dieses Sprungs seitlich abgelenkt wird.

Die auf solche Weise eingeleitete Verzweigung der Strahlen setzt sich nun beim Weiterwachsen der Sternfiguren in der oben geschilderten Weise weiter fort (s. Fig. 6 u. 7), wodurch reich verzweigte, sehr hübsche Figuren entstehen. Da sich nun in der Regel sehr zahlreiche Sterne in gewissen Entfernungen auf einer Platte bilden, so wachsen sie mit ihren Strahlen schließlich

zusammen, indem die Sprünge ineinanderfließen (Fig. 7). Erwähnenswert erscheint noch, daß die durch Verzweigung entstehenden sekundären Sprünge, sowie die höherer Ordnung sehr häufig bogig geschwungen sind.

Es empfiehlt sich vielleicht, im Anschluß an die einfachen Sternfiguren, gleich gewisse ihrer Modifikationen zu betrachten, welche durch Kombination mit andersartigen Sprungsystemen häufig gebildet werden. So findet man auf gewissen Platten nicht selten längs der Radiärsprünge schuppenartige, bogenförmige Sprünge (Fig. 4 u. 6), die auf den beiden Seiten eines Radiärsprungs häufig alternieren und denselben daher wie eine Schraubenlinie umziehen. Bei der Besprechung der Schuppensprünge werde ich später genauer auf solche und ähnliche Figuren eingehen, welche sich aus der Weiterbildung dieser Erscheinung ableiten.

Wir fanden oben, daß die Gabelung eines Radiärsprungs in der Regel dadurch eingeleitet wird, daß sich zunächst ein sehr kleiner Quersprung bildet, von dessen Enden die sekundären Radiärsprünge ausgehen. Bei genauerem Zusehen ergibt sich fast stets, daß dieser Quersprung, sobald er etwas ansehnlicher ist, eigentlich einen kreisförmig gebogenen Verlauf hat, d. h., daß er ein sehr kleiner Teil eines Sprungs ist, der, wenn vollständig, das Zentrum der Figur ringförmig umziehen würde. Daß dies der Fall ist, ergibt sich auch daraus, daß zuweilen in der Nähe der Verzweigungsstellen der Radiärstrahlen eine ganze Anzahl solch kleiner ringförmiger und konzentrischer Sprünge hintereinander vorkommen (s. Fig. 6). Nicht selten treten jedoch auch zwischen den peripheren Gabelsprüngen der Sternfiguren konzentrische Ringsprünge auf, wodurch solch periphere Gabeln zu fächerartigen Gebilden umgestaltet werden (s. Fig. 6; Ähnliches jedoch auch auf Fig. 10). Gelegentlich kommt es auch vor, daß in den zentralen Zwischenräumen der ursprünglichen Radiärsprünge solch konzentrische sich einstellen (s. Fig. 7 rechts unten).

Sternartige Figuren können auch von einem aus konzentrischen Ringsprüngen bestehenden Zentrum ausgehen, wie die schöne Fig. 9 und ähnliche es zeigen. Leider war an dieser Figur das sphärische Zentrum großenteils herausgebrochen. Da die Radiärsprünge hier bis zum Zentrum durch die ringförmigen Sprünge zu verfolgen sind, so ist es möglich, daß in diesem Falle die Radiärsprünge das Ursprüngliche gewesen sind und das System der Ring-

sprünge erst nachträglich aufgetreten ist; was wohl damit im Zusammenhang steht, daß diese Platte mehrfach nacheinander dem Einfluß des Wassers ausgesetzt wurde. Die seltsame Erweiterung, welche die Radiärsprünge in diesem Falle zeigen, dürfte auf die etwas abweichende Behandlung der Platte zurückzuführen sein, die in der Figurenbeschreibung genauer angegeben ist. Die hier vorliegende Erweiterung der Radiärsprünge ist jedoch genau dieselbe, die, wie oben beschrieben wurde, regelmäßig bei ihrer Bildung auftritt. Bei der fraglichen Platte muß daher aus

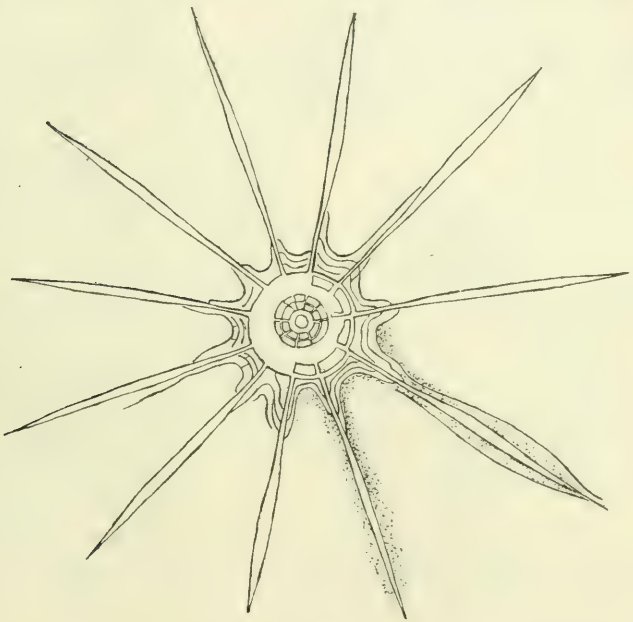


Fig. 9.

Fig. 9. Elfstrahlige Sternfigur. Kanadabalsam. In verdünnter Essigsäure gequollen; hierauf Wasser. Schließlich mit Karminlösung etwas gefärbt (das Punktierte bezeichnet an zwei Strahlen die Ausdehnung der durch die Radiärsprünge eingedrungenen Karminfarbe). Die Strahlen gehen von konzentrischer sphärischer Ringfigur aus, die jedoch großenteils später herausgebrochen ist. Die Radiärsprünge sind abnorm erweitert und haben bei dem Trocknen ungefähr die Form bewahrt, welche sie sonst während des Entstehens im feuchten Zustand besitzen. Vergr. 33. Z. A.

nicht näher feststellbaren Gründen diese Erweiterung beim Austrocknen erhalten geblieben sein. Auf Figur 10 dagegen, welche gleichfalls ein sphärenartiges Zentrum aufweist, beginnen die

strahlenartigen Radiärsprünge größtenteils erst peripher, nur zwei lassen sich bis gegen das Zentrum verfolgen. Hier muß also das sphärenartige Zentrum zuerst entstanden sein.

Soweit ich nach der direkten Beobachtung des Entstehens solcher Figuren urteilen kann, so müssen die Kombinationen von radiären und ringförmigen Sprüngen gleichzeitig oder nahezu gleichzeitig auftreten, denn es ließ sich bei der Verfolgung ihres Entstehens keine zeitliche Differenz mit Sicherheit erweisen.

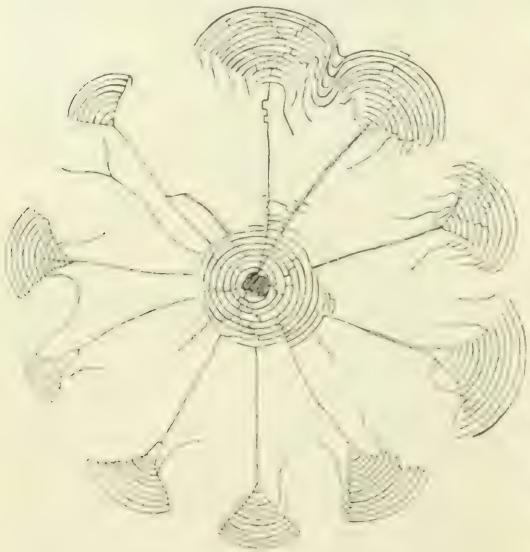


Fig. 10.

Fig. 10. Zehnstrahliger Stern, dessen Zentrum von einer konzentrischen Ringsphäre gebildet wird und dessen Strahlen peripher in fächerartige Ringsprungbildungen übergehen. Negativlack. Vergr. 15. Z. A.

Auf der Platte, von welcher die Figur 9 stammt, und deren besondere Behandlungsart in der Erklärung der Figur 9 angegeben ist, haben sich in reichlicher Zahl sehr eigentümliche Umgestaltungen einfacher regulärer Sternfiguren gebildet. Diese Umgestaltungen entstanden dadurch, daß sich bei gewissen Figuren die dreieckigen Lappen der Harzschichte, welche sich zwischen zwei benachbarten Radiärsprüngen befinden, von der Gelatinelage ganz emporgehoben haben und endlich abgebrochen sind. Diese Abtrennung geschah aber in ganz scharfen Linien, welche durch die Verbindungslinien der benachbarten Strahlenenden gebildet sind. Auf diese Weise entstanden sehr regelmäßige polygonale Figuren. Aus dem dreistrahligen Stern wurde ein gleichseitiges Dreieck, aus dem vierstrahligen ein Quadrat, und ebenso bildeten sich durch ihre Regelmäßigkeit auffallende Penta- und Hexagone, sowie Polygone höherer Ordnung. Diese überraschend regelmäßigen Figuren treten auf der erwähnten Platte um so deutlicher hervor, als dieselbe mit etwas karminhaltigem Wasser behandelt wurde, das die

freiliegende Gelatineschicht hübsch rot gefärbt hat, während die von der Harzschicht bedeckte ungefärbt blieb.

B. Sphärenartige, aus konzentrischen Kreissprüngen bestehende Figuren.

Diese Figuren gehören wegen ihrer meist erstaunlichen Regelmäßigkeit zu den interessantesten. Die Veranlassung ihrer Entstehung ist, soweit sich dies nachweisen läßt, ebenfalls eine kleine Verunreinigung der Harzschicht, welche bedingt, daß das Wasser hier zur Gelatineschicht eindringt. Infolge des Quellens der Gelatineschicht entstehen nun aber hier keine Radiärsprünge, sondern regulär kreisförmige Sprünge, welche mit der Ausbreitung

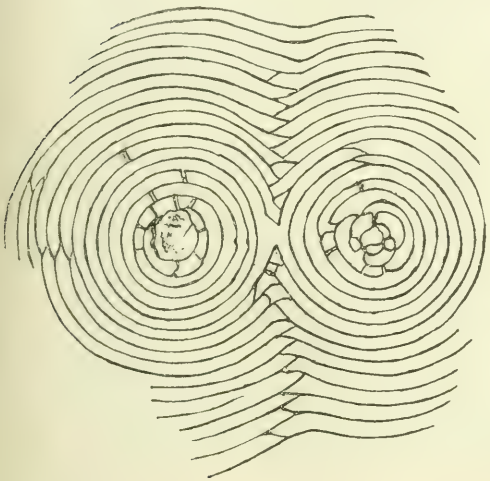


Fig. 11.

Fig. 11. Die dicht benachbarten Zentren zweier konzentrischer Ringsphären. Negativlack. Nach Photographie gezeichnet. Vergr. 180.

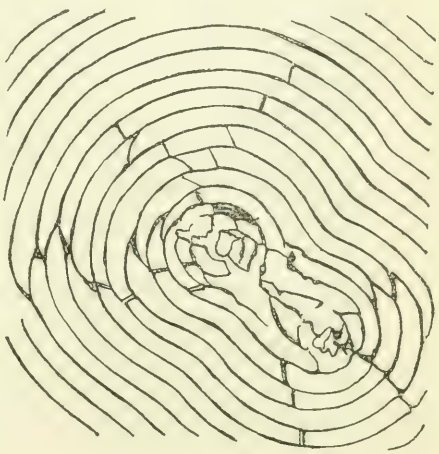


Fig. 12.

Fig. 12. Zwei ganz dicht benachbarte Zentren zweier Ringsphären, die sofort zusammenfließen. Leider war das Zentrum ziemlich stark zerstört. Nach Photographie gezeichnet. Vergr. 390.

der Quellung in geringen und sehr genau gleichen Abständen sich wiederholen und so überraschend regelmäßige und häufig recht ansehnliche, rein sphärische Figuren erzeugen, von denen Figur 11 nur eine schwache Vorstellung gibt. Eine sehr gute photo-

graphische Darstellung zweier zusammenstoßender derartiger Sphären gibt dagegen *Hinterberger's* Figur 2.

Letzterer Beobachter bestimmte die Breite der durch zwei aufeinanderfolgende Kreissprünge gebildeten Ringe der Lackschicht bei seinen Figuren zu 12 μ. Die Figuren meiner Platten zeigen Ringe von ziemlich verschiedener Breite, die zwischen 2 μ, ja zuweilen sogar noch weniger, und 12 μ schwanken. Bei manchen Sphären, selbst großen, bleibt die Ringbreite überall annähernd gleich und schwankt selbst bei den verschiedenen Sphären einer und derselben Platte meist nur wenig. Andererseits finden sich jedoch auch häufig Sphären, bei denen sich die Ringbreite gegen die Peripherie allmählich etwas vergrößert, z. B. von 4 μ auf auf 8 μ ansteigt; doch begegnet man umgekehrt auch solchen, deren Zentrum aus breiteren Ringen besteht als die Peripherie. Endlich können auch lokale Verfeinerungen der Ringe auftreten und selbst Sphären, deren Ringe auf der einen Seite viel breiter sind als auf der anderen. Wovon diese Verhältnisse abhängen, ist vorerst kaum zu ermitteln.

Das Zentrum der Sphäre wird von einem kleinsten kreisförmigen Sprung gebildet, welcher die schon oben erwähnte Verunreinigung, die den Ausgang der Sphäre bildet, umzieht. Die Stelle einer solchen Verunreinigung kann jedoch auch ein kleineres oder größeres Luftbläschen in der Harzschicht einnehmen. Bei vielen Sphären einer gewissen Platte fand sich im Zentrum eine ziemlich weite kreisförmige konkave Vertiefung, welche, im Gegensatz zu der umgebenden Sphäre, von einem häufig etwas unregelmäßigen System viel dichterer konzentrischer Sprünge durchzogen war. Die wahrscheinlichste Deutung dieser Erscheinung dürfte sein, daß diese konkave Einsenkung einem ansehnlicheren Luftbläschen in der Harzschicht ihren Ursprung verdankt, dessen Oberwand geplatzt ist, während die verdünnte Unterwand konkav erhärtete. Die hier sehr dünne Harzschicht bot dann auch wegen des leichteren Durchtritts des Wassers Gelegenheit zur Entstehung des Zentrums einer Sphäre. Gleichzeitig weist diese Erscheinung vielleicht auch auf den Grund der verschiedenen Breite der konzentrischen Ringe hin. Wie bemerkt, war die konkave Einsenkung, in welcher die Harzschicht sehr erheblich dünner war, wie sonst auf der Platte, von einem System viel feinerer Ringsprünge durchzogen, was es wahrscheinlich macht, daß die Breite der Ringe unter sonst

gleichen Bedingungen von der Dicke der Harzschicht abhängt, d. h. mit dieser wächst. — Dies läßt sich auch aus den gegebenen Verhältnissen als wahrscheinlich ableiten. Da sich die konzentrischen Sprünge in gewissen regelmäßigen Abständen periodisch bilden, so folgt hieraus, was ja auch schon von vornherein notwendig erscheint, daß die Dehnung, welche die Harzschicht durch die quellende Gelatine erfährt, einen gewissen Betrag erreichen muß, bis sie den Widerstand der Harzschicht überwindet und letztere in einem kreisförmigen Riß gesprengt wird. Dieser Widerstand der Harzschicht gegen die Zerreißung wird um so größer sein, je dicker sie ist, und die Dehnung der Harzschicht ist um so erheblicher, je höher die Gelatineschicht aufquillt, bis ein Riß erfolgt. Da nun das Aufquellen der Gelatineschicht zeitlich gleichmäßig fortschreitet und sich regelmäßig kreisförmig ausbreitet, so muß bei dickerer Harzschicht die Quellung der Gelatine in radiärer Richtung weiter fortschreiten als bei dünnerer, um die stärkere Dehnung hervorzurufen, die zur Rißbildung erforderlich ist. Im ersteren Fall werden daher die konzentrischen Risse in größeren Zeitintervallen und größeren Zwischenräumen auftreten als im letzteren.

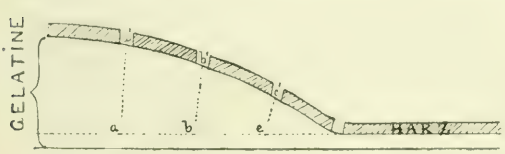


Fig. 13.

Fig. 13. Schematischer Durchschnitt des Randes der gequollenen Gelatinelinse zum Beweis, daß bei der Quellung die Punkte a, b und c etwas nach außen verschoben und so eine Dehnung der Harzringe in tangentialer Richtung stattfindet.

Die konzentrischen Rißbildungen sind, wie bemerkt, die Folge einer Dehnung der Harzschicht in allseitig radiärer Richtung und zwar wird diese Dehnung dadurch hervorgerufen, daß die Gelatineschicht linsenförmig aufquillt und die Harzschicht, welche an ihrer Oberfläche festhaftet (s. Fig. 13), entsprechend dehnt. Dabei vergrößert sich also die Oberfläche der gequollenen Gelatineschicht. Wie die Figur zeigt, werden dabei aber auch die Mittellinien der einzelnen Ringe der Harzschicht von dem Zentrum weiter entfernt, also die Ringe auch in tangentialer Richtung gedehnt. Dieses, sowie die Dehnung durch die sich vergrößernde Oberfläche der Gelatineschicht überhaupt, dürfte namentlich das Auftreten von Radiärrissen in den einzelnen Ringen befördern. Derartige Radiärrisse an den einzelnen konzentrischen Ringen der Sphärenfiguren sind eine ganz allgemeine Erscheinung, wenngleich sie bei den verschiedenen Figuren in

recht wechselnder Häufigkeit ausgebildet sind. In dem Zentralscheibchen und den innersten Ringen fehlen sie nie gänzlich, nach außen dagegen werden sie häufig spärlicher; zuweilen sind sie aber auch hier sehr reichlich. An dem Zentralscheibchen treten sie gewöhnlich in der 5—7-Zahl auf; nach außen nehmen sie, wenn reichlich, an Zahl zu. Sie durchsetzen die Ringe meist als regulär radiär gerichtete Sprünge, seltener dagegen auch in schiefer Richtung. Im allgemeinen gilt die Regel, daß ein solcher Radiärsprung nur einen der Ringe durchsetzt, nicht mehrere. Dennoch finden sich gelegentlich auch Sphären, die von zusammenhängenden Radiärsprüngen durchzogen werden, ja es können diese Sprünge sogar in benachbarte Sphären übergehen.

Wenn dagegen, wie gewöhnlich, die Radiärsprünge nur einen Ring durchsetzen, so dürfte es nicht zweifelhaft sein, daß sie gleichzeitig mit dem zugehörigen Ring entstanden sind. In letzterem Fall findet sich aber bei reichlicher Ausbildung der Radiärsprünge sehr gewöhnlich, daß sie sich in einer Anzahl bis sehr zahlreichen der aufeinanderfolgenden Ringe in benachbarter Stellung wiederholen und zwar derart, daß sie in den sich folgenden Ringen in der Regel um eine sehr kleine Strecke seitlich verschoben sind; die Gesamtheit dieser benachbarten Radiärsprünge, samt den zugehörigen Partien der konzentrischen Sprünge, bildet so einen treppenartig geknickten Radiärsprung. Einzelne Sphären können in dieser Weise von etwas gebogenen derartigen Treppensprüngen so reichlich durchsetzt sein, daß sie konzentrisch strahlig erscheinen.

Bei ganz regulären Sphären ist, wie gesagt, auch das Zentralscheibchen schön kreisrund. Häufig finden sich jedoch auch solche, wo dies nicht der Fall, sondern das Scheibchen mehr oder weniger elliptisch bis unregelmäßiger ist. Dies hängt ganz ab von der Form der Verunreinigung, die den Ausgangspunkt bildet. Ist diese etwas länglich und nicht gar zu klein, so bildet sich ein elliptisches Zentralscheibchen, oder bei unregelmäßigerer Beschaffenheit der Verunreinigung auch ein unregelmäßigeres. Stets gleicht sich aber diese Abweichung der innersten Kreissprünge von der regulären Kreisform beim Weiterwachsen der Figuren rasch aus, so daß nach einigen weiteren Sprüngen die regelmäßige Form der Sprünge schon annähernd wieder erreicht ist. — Abweichender dagegen wird die Figur, wenn die zentrale Verunreinigung z. B. ein längeres

Fädchen ist, oder wenn sich nahe beieinander zwei kleine Verunreinigungen finden, die gleichzeitig zwei Figuren den Ursprung gaben. In dem ersteren Fall kann es sich ereignen, daß um jedes Ende des Fädchens eine Figur gebildet wird; beide vereinigen sich jedoch bald, indem schon die zweiten oder die nächstfolgenden Sprünge zusammenfließen (s. Fig. 14). Dasselbe tritt auch in dem zweiten Falle ein, indem die beiden Figuren sich in ähnlicher Weise rasch vereinigen und eine Figur mit doppeltem Zentrum bilden.

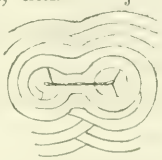


Fig. 14. Zwei dicht benachbarte Sphärenanfänge um die Enden eines in die Harzschicht eingebetteten Fädchens. Sehr frühzeitiges Zusammenfließen der Sphären. Negativlack. Ohne Z. A.

Diese Erscheinung führt uns zu dem sehr gewöhnlichen Verwachsen benachbarter Sphären, das ja stets auftreten muß, da sich immer eine Menge solcher Figuren gleichzeitig in verschiedenen Entfernungen auf einer Platte bilden. Bei diesen Verwachsungen verhalten sich die Figuren im allgemeinen in einer gewissen ganz regelmäßigen Weise, welche sich aus der Figur 11 erkennen läßt. Im allgemeinen läßt sich sagen, daß die bis auf eine gewisse Entfernung nahe gekommenen konzentrischen Sprünge zweier Figuren sich gegenseitig in der Weise beeinflussen, daß sie sich in ihrer Krümmung etwas nach außen ablenken und daß die so modifizierten Sprünge hierauf zusammenstoßen. Dies Zusammenstoßen geschieht alternierend, was auf ein Alternieren in der Entstehung der Sprünge der verwachsenden Figuren hinweist. Wenn jedoch die Figuren mehr heranwachsen, d. h. wenn die Krümmung ihrer konzentrischen Kreissprünge schwächer wird, dann hört dies Alternieren der Kreissprünge auf der Zusammenwachsungslinie der beiden Figuren allmählich auf und die sich begegnenden Sprünge beider Figuren gehen unter konkaver Einbiegung einfach ineinander über, so daß beide nun von gemeinsamen Sprüngen umzogen werden. Diese konkave Einbiegung der äußeren konzentrischen Sprünge solcher Doppelfiguren nimmt bei deren Weiterwachsen allmählich immer mehr ab und schwindet schließlich völlig, so daß endlich einheitliche Figuren mit nahezu kreisförmigem Umriß aus zwei ursprünglich getrennten entstehen können.

In gleicher Weise können sich jedoch auch drei und mehr benachbarte kleine Figuren zu einer einheitlichen vereinigen, ganz ebenso wie zwei bis mehr ursprünglich getrennte Sphärokrystalle zu einem einheitlichen, mit mehrfachen Zentren zu verwachsen ver-

mögen. — Da sich jedoch in der Regel gleichzeitig eine große Anzahl solcher Figuren in mäßiger Entfernung über die ganze Platte hin entwickeln, so müssen sie allseitig zusammenstoßend verwachsen; und da die Zusammenstoßungsgrenzen, wie aus obiger Darstellung hervorgeht, im allgemeinen gerade Linien sind, so müssen diese sich, indem sie aufeinandertreffen, polygonale Figuren bilden, ganz ebenso und in derselben Schönheit, wie zusammenwachsende scheibenförmige Sphärokrystalle sich gegenseitig zu polygonalen Figuren vereinigen. Wie bei Sphärokrystallen findet man denn auch hier, daß sich in der Regel in den Ecken dieser Polygone drei Grenzlinien vereinigen, welche denn auch häufig Winkel von annähernd 120° bilden. Doch hängt dies nur von der Zahl und Stellung der Zentra der benachbarten Figuren ab. Stehen diese annähernd in den Ecken eines gleichseitigen Dreiecks zueinander und ist von jedem dieser Zentren zu derselben Zeit eine Figur ausgegangen, so wird der obige Fall realisiert. Standen jedoch die Zentra von vier Figuren etwa in den Ecken eines Quadrats zueinander, so werden sich vier Grenzlinien bilden, die sich nahezu rechtwinklich in einem Punkte vereinigen. Auch die Vereinigung von fünf Grenzlinien in einem Punkt habe ich gelegentlich beobachtet. Ebenso begegnet man auch häufig dem Zusammenstoßen von drei Grenzlinien unter von 120° stark abweichenden Winkeln. Daß auch mehr oder weniger gebogene Grenzlinien vorkommen können, ist leicht verständlich. Figur 15 zeigt die Beschaffenheit des Zusammenstoßungspunktes dreier Grenzlinien, was ja ein gewisses Interesse darbietet.

Eine sehr häufige Erscheinung ist, daß die konzentrischen Ringe der vorstehend geschilderten Figuren in den äußeren Regionen eine gewisse Modifikation erfahren, die jedoch nicht selten schon in der inneren Partie auftreten kann und zu den schuppenartigen Figuren überleitet. Diese Modifikation besteht darin, daß die Ringe nicht mehr einheitlich sich bilden, sondern sich aus einer Anzahl schuppenförmiger Stücke zusammensetzen. Die einfachste derartige Modifikation eines Ringes besteht darin, daß er an einer gewissen Stelle unterbrochen ist, indem hier der Sprung, welcher den Ring nach außen begrenzt, nicht zusammenfließt, sondern die beiden sich sonst vereinigenden Enden des Sprungs sich bogenförmig gegen den inneren Ringsprung umbiegen. Da jedoch das eine Ende stärker bogig umbiegt, so erreicht nur dieses

den inneren Sprung, während das andere weniger gebogene Ende auf das erstgenannte stößt und sich mit ihm vereinigt (s. Fig. 11, 12 u. 15). Wenn sich in den aufeinanderfolgenden Ringen derartige Unterbrechungen ungefähr in demselben Radius wiederholen, so entstehen zickzackförmige Radiärlinien, welche ziemlich lebhaft an die Bildung der Grenzlinien zusammengewachsener Sphären erinnern. Derartige Unterbrechungen der Ringe werden nun nach

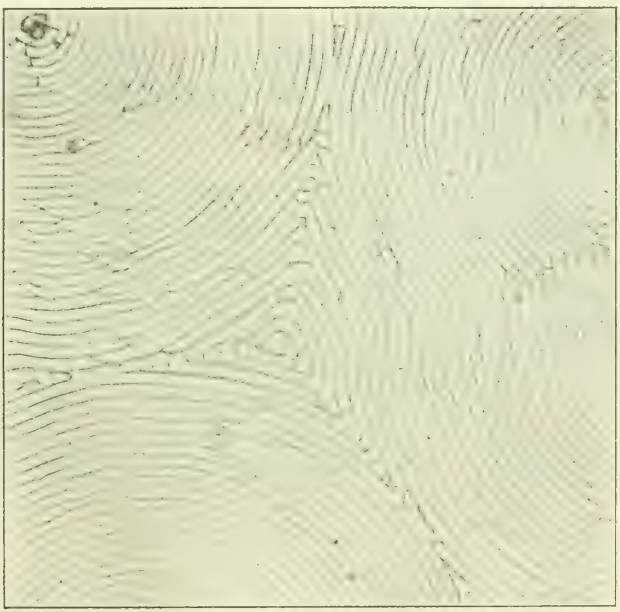


Fig. 15.

Fig. 15. Grenzlinien dreier verwachsener benachbarter konzentrischer Ringsphären, die in einem Punkt zusammenfließen. Besondere Bildung dieses Zusammenfließungspunktes. Negativlack. Photographie. Vergr. 145.

außen gewöhnlich häufiger, so daß die Ringe in zwei bis zahlreiche längere oder kürzere schuppenartige Stücke zerlegt werden, die dann stets so geordnet sind, daß die der aufeinanderfolgenden Ringe miteinander alternieren. Auf solche Weise gehen die rein konzentrischen Sphären, früher oder später, häufig in schuppige über und von da finden sich alle Übergänge zu solchen, bei denen

die Schuppenbildung schon ganz frühzeitig auftritt, die daher als reinschuppige bezeichnet werden müssen.

Bevor wir auf letztere und ihre Modifikationen näher eingehen, möge hier zunächst noch einiger anderer Modifikationen der Ringsphären gedacht werden. Nicht selten kommt es vor, daß die Ringe in den äußeren Regionen wellig werden, indem sie in regelmäßigen Abständen Aus- und Einbuchtungen aufweisen. Bei makroskopischer Betrachtung, respektive bei Lupenvergrößerung, zeigen derartige Sphären häufig ein strahliges Aussehen, indem die sich regelmäßig wiederholenden Aus- und Einbuchtungen der Ringe wie strahlenartige Radien durch die Sphären ziehen. Die Erscheinung kann noch dadurch verstärkt werden, daß solch wellenartige Ringe auf der Höhe der Wellen häufig von besonders zahlreichen Radiärsprüngen durchsetzt werden.

Eine weitere Modifikation der Ringsphären erinnert in mancher Beziehung an die vorhin erwähnte Schuppenbildung und führt zu besonders eigentümlichen und schönen Figuren. Dieselben (Fig. 16) entstehen dadurch, daß eine Ringsphäre, nachdem sie einen gewissen Umfang erreichte, nicht mehr allseitig und gleichmäßig weiterwächst, sondern nur in gewissen Radien. In diesen entstehen also ringförmige Sprünge, die sich an ihren Enden aufeinander umbiegen und daher schuppenartige Gebilde darstellen. Beim Weiterwachsen nehmen diese Ringsprünge in der Regel an Umfang zu, so daß sich jeder der so entstehenden schuppigen Strahlen flügel- oder blattartig ausbreitet. — Endlich können sich diese schuppigen Blattstrahlen beim Weiterwachsen wiederum verzweigen, so daß sehr zierliche und häufig recht regelmäßige Figuren entstehen, von denen Figur 16 eine Vorstellung gibt. Die Zwischenräume zwischen den flügelartigen Blättern sind meist durch besondere Sprungbildungen ausgefüllt, die als konzentrische Systeme von einem oder mehreren Punkten aus entstanden sind. Da sie sich dem verfügbaren Raum zwischen den Blättern anpassen, so wurden sie jedenfalls erst nachträglich ausgebildet. *Hinterberger* hat derartige Figuren schon gesehen und eine auf seiner Figur 5 photographisch wiedergegeben. Der seitliche Abschluß der fächerartigen, aus Ringsprüngen gebildeten Blätter wird entweder dadurch gebildet, daß, wie gesagt, die successiven Ringsprünge sich seitlich zentralwärts umbiegen und mit den vorhergehenden vereinigen, wie es auf Figur 16 der Fall ist; oder auch

so, daß sich seitlich begrenzende Radiärsprünge bilden, die meist in der früher geschilderten Weise etwas treppenartig gestaltet, seltener dagegen ganz zusammenhängende Radiärsprünge sind.

Die eben geschilderten Figuren besitzen in in ihrer prinzipiellen Bauweise eine ziemliche Ähnlichkeit mit den einfachen Sternfiguren, die früher beschrieben wurden. An Stelle jedes Strahles letzterer tritt hier ein System von konzentrischen Ringsprüngen. Diese Übereinstimmung bedingt es auch wohl, daß diese Fi-

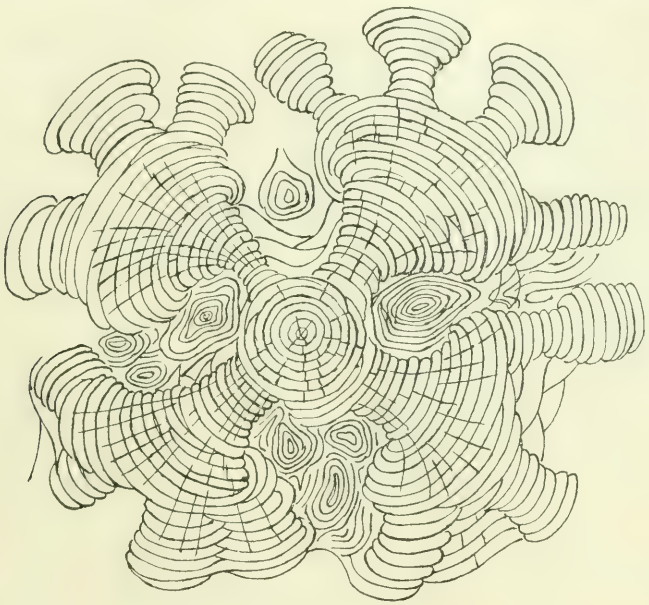


Fig. 16.

Fig. 16. Zentrale konzentrische Ringsphäre, die peripher in blatt- bis fächerartige, aus Ringen zusammengesetzte Strahlen ausläuft, die sich analog weiter verzweigen. Kanadabalsam. Ohne Z. A.

guren einerseits nach außen sehr gewöhnlich in rein sternartige übergehen, indem als Fortsetzungen der Blätter ein bis mehrere Radiärsprünge auftreten, und daß andererseits einfache Sternfiguren sich peripher vielfach zu derartigen Figuren umgestalten, indem ihre einfachen Strahlen in die geschilderten Fächer übergehen. Dieser Zusammenhang der beiderlei Figuren wird ferner dadurch erwiesen, daß sich häufig auch Figuren finden, welche die beiden Typen derart vereinigen, daß an Stelle einzelner fächerartiger Blätter einfache Radiärstrahlen ausgebildet sind.

C. Die schuppenartigen Sphären.

Schon bei der Schilderung der konzentrischen Ringsphären fanden wir, daß ihre Ringe peripher häufig in eine Anzahl schuppenförmiger Gebilde übergehen. Wie bemerkt, ist es aber sehr gewöhnlich, daß gleich nach den allerersten Anfängen der Sphären statt der Ringe schuppenartige Gebilde von großer Gleichmäßigkeit auftreten. Auf diese Weise entstehen Sphären, die völlig aus konzentrisch angeordneten Schuppen aufgebaut sind (s. Fig. 17). Die Schuppen der aufeinanderfolgenden Ringzonen alternieren sehr regelmäßig miteinander, wie es die Figuren 17 und 18 zeigen; ebenso haben auch die Schuppen einer und derselben Figur und einer und derselben Platte meist recht übereinstimmende Größe. Gewöhnlich ist zwar deutlich ausgeprägt, daß die Schuppengröße gegen die Peripherie ansehnlicherer Figuren zunimmt; namentlich steigert sich auch die Schuppengröße häufig sehr erheblich am Rande der Platten. Die Regelmäßigkeit der Bildung und Anordnung der Schuppen ist vielfach ganz erstaunlich groß.

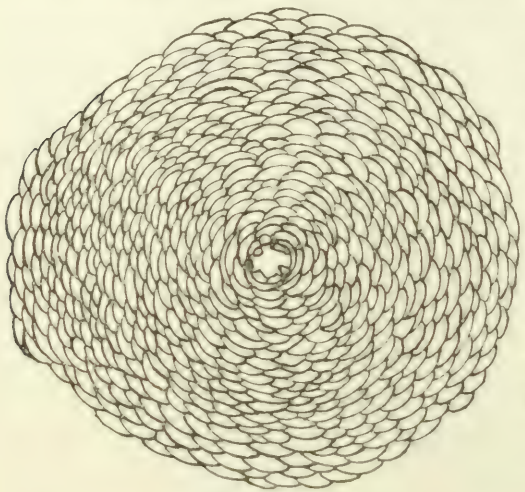


Fig. 17.

Fig. 17. Konzentrisch schuppige Sphäre von gleichmäßiger Bildung und mit senkrechten Sprüngen. Negativlack. Nach einer Photographie gezeichnet. Vergr. 52.

Die Entstehung der Schuppen läßt sich sehr schön unter dem Mikroskop verfolgen. Bringt man auf eine derartige Figur, welche innerhalb einer noch nicht zersprungenen Harzschicht liegt, einen Wassertropfen, so beginnt fast sofort ihr Weiterwachsen. Ruckweise und alternierend treten neue Schuppensprünge auf, rascher oder langsamer. Dabei ist meist deutlich zu beobachten, daß in geringer Entfernung außerhalb der auftretenden Schuppensprünge eine blasse, etwas wellig gebogene Linie sich findet, die beständig und langsam nach außen fortwandert. Es ist dies die Grenz-

linie der gequollenen Gelatineschicht, woraus hervorgeht, daß die Quellung der Gelatine immer etwas weiter reicht als die Schuppensprünge. Was eigentlich das bestimmende Moment für die Schuppenbildung, im Gegensatz zur Bildung zusammenhängender konzentrischer Ringe ist, läßt sich einstweilen schwer sagen. Vermutlich dürften hierzu Unregelmäßigkeiten in der Ausbreitung des Quellungsbereichs der Gelatine die erste Veranlassung geben; denn daß für jede Schuppe gewissermaßen eine Art besonderes Zentrum der Quellung bestehen muß, ist wahrscheinlich. Wenn erst Schuppenbildung eingetreten ist, so scheint es ziemlich begreiflich, daß dieselbe alternierend weiterschreitet. Da nämlich in dem Winkel, welchen die beiden benachbarten Schuppen einer Zone bilden, der Wasserzutritt zu der Gelatineschicht relativ ansehnlicher ist als in der mittleren Region der Schuppen, indem an ersterem Ort von den beiden benachbarten, gegeneinander geneigten Sprüngen aus Wasser zutritt, so folgt, daß zwischen den beiden zusammenstoßenden Schuppen die Quellungslinie konvex vorgebuchtet sein muß und daß an dieser Stelle, entsprechend der vorgebuchteten Quellungslinie, ein neuer Schuppensprung auftreten wird, der mit den beiden ersterwähnten alterniert.

Derartige schuppige Sphären erreichen auf manchen Platten eine ansehnliche Größe, bis zu 1 cm und mehr im Durchmesser. Beobachtet wurden sie bei allen früher (S. 655) erwähnten Harzen, die überhaupt Sprungfiguren lieferten; besonders schön bei Negativlack und bei Kanadabalsam. Letzteres Harz lieferte mit Ausnahme einer einzigen Platte, die sehr schöne Sternfiguren ergab, überhaupt nur solch' schuppige Figuren.

Ganz in derselben Weise, wie es schon für die konzentrischen Ringsphären beschrieben wurde, können sich auch zusammengesetzte Schuppensphären bilden, mit doppelten bis mehrfachen Zentren. Wenn die benachbarten Schuppensphären zusammenwachsen, so bilden sie dieselben polygonalen Figuren, welche schon für die Ringsphären geschildert wurden. Eine kurze Darstellung erfordert jedoch die Art, wie die schuppigen Sphären zusammenwachsen, die Beschaffenheit der Grenzlinien solch' zusammengewachsener Sphären. Auf Figur 18 ist ein kleines Stück einer solchen Grenzlinie bei etwas stärkerer Vergrößerung genau abgebildet; es zeigt das gewöhnliche Verhalten auf der Grenze. Letztere wird im allgemeinen so gebildet, daß sich zwischen die

gegeneinander geneigten Schuppenringe der beiden Sphären eine Grenzreihe von schmäleren quergestellten Schuppen einfügt, welche den Übergang zwischen den einander zugeneigten Schuppenringen herstellt. Daß dabei mancherlei Unregelmäßigkeiten und Modifikationen auftreten, läßt die mit dem Zeichenapparat wiedergegebene Figur 18 erkennen; obgleich die Vereinigungsweise stets die geschilderte ist.

Bei allen bis jetzt beschriebenen Sprungfiguren durchsetzen die Sprünge die Harzschichte in senkrechter oder nahezu senkrechter Richtung. Auch bei den einfachen, eben geschilderten Schuppensphären ist dies der Fall. Anders dagegen verhalten sich die Schuppensphären gewisser Platten. Bei diesen durchsetzen die Sprünge mehr oder weniger schief die Harzschicht. Dabei sind die Sprünge in der Regel so geneigt, daß sie von oben, dem Zentrum der Sphäre zu, schief in die Tiefe steigen. Diese schiefen Sprünge reflektieren das durchfallende Licht, je nach ihrer Neigung, mehr oder weniger total und erscheinen daher in der Durchsicht mehr oder weniger dunkel. Solche Sphären sind daher verhältnismäßig undurchsichtig, besonders an solchen Stellen oder in solchen Zonen, wo die Schuppensprünge klein und sehr dicht gedrängt sind. — Die schiefen Sprungflächen zeigen häufig eine etwas muschelige Bruchfläche, zuweilen auch eine feine Radiärstreifung. Manchmal können die Schuppen selbst von feinen Radiärsprüngen durchsetzt sein. — An diesen undurchsichtigen dichtschuppigen, gewöhnlich auch recht großen Sphären bemerkt man zuweilen noch eine weitere interessante Erscheinung, nämlich eine

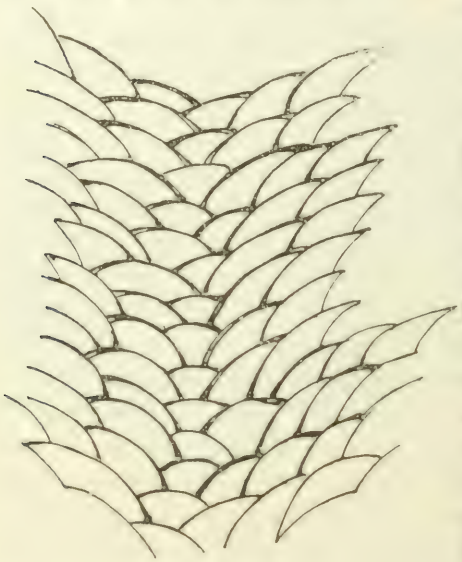


Fig. 18.

Fig. 18. Partie aus der Verwachsungsgrenze zweier einfacher schuppiger Sphären unter Bildung symmetrischer Verbindungsschuppen. Kanadabalsam. Vergr. 62.

mehr oder weniger gut ausgesprochene Schichtung. Dunkle, breitere, dicht- und kleinschuppige Schichten wechseln mit schmäleren, hellen, wenig- und großschuppigen ab (s. Fig. 19). Bei dem Wachsen solcher Sphären wiederholt sich periodisch ein verschiedenartiges Verhalten in der Sprungbildung. Die Ähnlichkeit solcher Sphärenscheiben mit gewissen scheibenförmigen Sphärokrystallen ist sehr auffallend; wozu sich, wie wir später erfahren werden, noch gesellt, daß auch ihr optisches Verhalten dem echter Sphärokrystalle sehr gleicht.

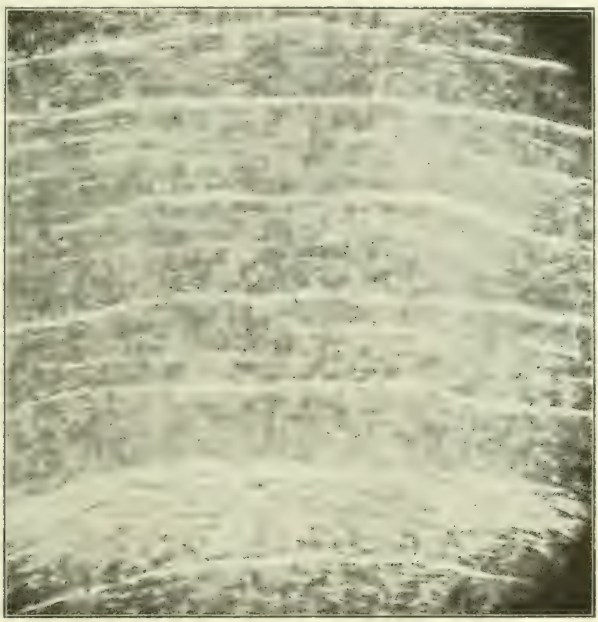


Fig. 19.

Fig. 19. Teil einer ansehnlichen geschichteten schuppigen Sphäre, welche gut doppelbricht. Photographie. Vergr. 55. Kanadabalsam.

Bevor wir jedoch das optische Verhalten der Sprungfiguren erörtern, wäre noch der besonderen Erscheinungen zu gedenken, die sich ergeben, wenn schon gebildete ausgetrocknete Figuren von neuem mit Wasser befeuchtet werden und hierdurch die Bildung neuer Sprünge hervorgerufen wird. Wenn solche Versuche an älteren Platten ausgeführt wurden, so ergab sich stets, daß die neugebildeten Sprünge im allgemeinen schuppenartigen Charakter besaßen, gleichgültig, welche Art Figuren sich früher

bei der ersten Befeuchtung der Platte gebildet hatten. Handelt es sich also um schuppige Sphären, so wachsen diese einfach weiter, wenn es noch möglich ist; handelt es sich dagegen um konzentrische Ringsphären, so wachsen diese ebenfalls als schuppige Sphären weiter. Dabei zerspringen auch gelegentlich die früher gebildeten Ringe in kleine unregelmäßige Stücke.

Merkwürdige und recht interessante Verhältnisse treten auf, wenn man Platten mit älteren strahligen Sternfiguren von neuem befeuchtet. In diesem Falle dringt also das Wasser längs der ganzen schon vorgebildeten Sprünge zur Gelatine vor und dementsprechend verlaufen auch die neuauftretenden Sprünge. Da die Umrisse der Quellungsfigur der Gelatine sich im allgemeinen parallel zu den alten Sprüngen ausbreiten, so werden auch die neuen Sprünge zunächst parallel den alten sich bilden. Dies ist z. B. auf Fig. 20 sehr deutlich zu sehen. Obgleich das Entstehen dieser Figur nicht direkt verfolgt wurde, so geht doch aus ihrem Bau wohl mit voller Sicherheit hervor, daß die Sprünge, welche die ursprünglichen Radiärsprünge umziehen, sekundärer Natur sind und in der geschilderten Weise entstanden. Hier ist auch deutlich zu verfolgen, daß sich um die Enden jedes der Gabelzweige der Radiärsprünge ein konzentrisches neues Sprungsystem entwickelte und daß deren Sprünge sich mit den parallelen um die Strahlen regelmäßig vereinigen. Bei dieser Figur liegt ferner der, wie gesagt, seltene Fall vor, daß die sekundären Sprünge nicht oder doch sehr wenig schuppenartig gebildet sind, sondern fast rein konzentrisch.

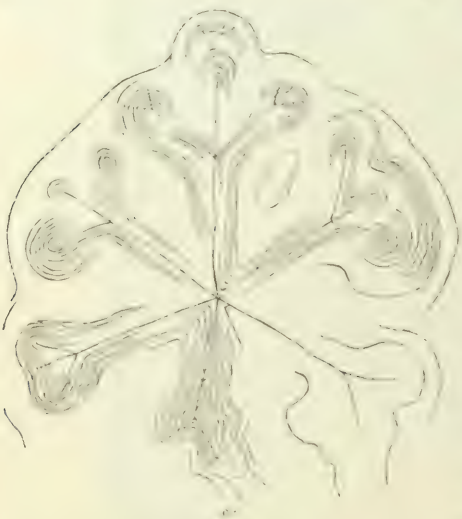


Fig. 20.

Fig. 20. Fünfstrahlige Sternfigur mit gegabelten Strahlen. Um die Strahlen hat sich ein System sekundärer Sprünge ausgebildet. Negativlack. Vergr. 33. Z. A.

Daß jedoch derartige Figuren wirklich auf die angegebene Weise entstehen, dafür liefert Figur 21 einen guten Beweis; sie

wurde durch kurze Befeuchtung einer einfachen Sternfigur erhalten.

Auf die geschilderte Weise entstehen häufig aus einfachen Sternfiguren, unter Bildung längerer bis kürzerer sekundärer Schuppensprünge, sehr interessante und schöne Figuren, wie sie beispielsweise Figur 21 zeigt. Indem sich an jedem Strahl, Haupt- wie Gabelstrahlen, ein System solcher Schuppen jederseits anlegt und diese Systeme benachbarter Strahlen schließlich teilweise zusammenfließen, bilden sich sternartige verzweigte Figuren von sehr regelmäßigem und schönem Aussehen.

Fig. 21.

Fig. 21. Teil eines aus fünf Strahlen zusammengesetzten schuppigen Sterns, der dadurch entstand, daß ein einfacher fünfstrahliger Stern mit am Ende dreigeteilten Strahlen von neuem befeuchtet wurde. Negativlack. Photographie. Vergr. 53.

Bringt man auf einen einfachen geraden Sprung einen Wassertropfen, der nur eine kleine Strecke des Sprunges bedeckt, so entsteht durch Bildung schuppenartiger Sprünge in der Regel eine Zeichnung, welche etwa der in Figur 23 dargestellten entspricht. Letztere entstammt einer Platte, auf welcher jedenfalls durch wiederholtes Eintauchen in Wasser derartige Bildungen in großer

Menge um Systeme ursprünglicher feiner gerader Sprünge, die die Platte zahlreich durchsetzten, hervorgerufen worden sind. Die fragliche Figur 23 ist jedoch nicht eine isolierte solche Sprungfigur, sondern nur eine Partie einer gänzlich von derartigen Schuppensprüngen durchsetzten Platte. — Wenn man in der nichtzersprungenen Harzschicht derartiger Platten mit der Nadel einen feinen Kritzer macht und hierauf eine Partie desselben mit einem Wassertropfen bedeckt, so lassen sich entsprechende Figuren hervorrufen; nur sind sie meist nicht so regelmäßig ausge-

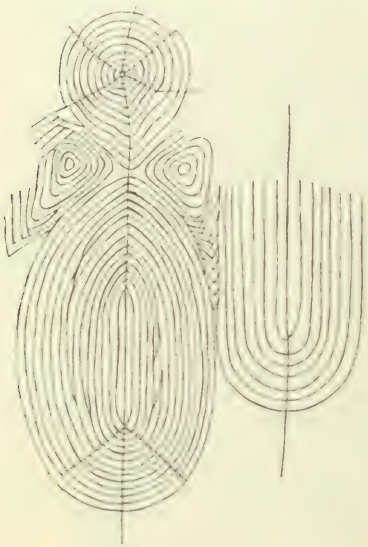


Fig. 22.

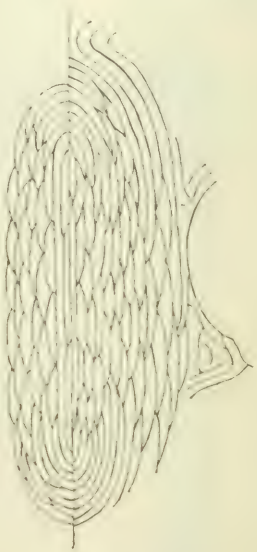


Fig. 23.

Fig. 22—23. Elliptische bis langgestreckte schuppige und konzentrisch ringförmige Figuren, welche sich um feine Sprünge in der Harzschicht gebildet haben. Negativlack. Ohne Z. A. aufgenommen.

bildet, da der Kritzer ja nicht entfernt die gleichmäßige Beschaffenheit hat wie ein natürlich entstandener feiner Sprung.

Wenn die auf solche Weise um feine Sprünge entstehenden sekundären Figuren den Charakter rein konzentrischer Sprungfiguren zeigen, dann haben sie zuweilen ziemlich regelmäßig elliptische Umrisse oder sind auch mehr längsgestreckt (s. Fig. 22). Diese Figur zeigt ferner oben ein System radiärer Sprünge, um deren Zentrum sich eine recht regelmäßige konzentrische Ringsphäre gebildet hat. In diesem Falle spricht alles dafür,

daß das System der Radiärsprünge schon vor der Entstehung der Ringsprünge vorhanden war, vielleicht jedoch so fein, oder nachträglich wieder so eng geschlossen, daß die Quellung der Gelatine nur von dem Zentrum ausging. Denn daß bei Gegenwart von Radiärsprüngen in der Regel die sekundären Sprünge zu andersgearteten Figuren führen, dies ergibt sich z. B. deutlich aus Figur 24. Hier machte sich der Einfluß der Radiärsprünge auf die Bildung der sekundären sehr deutlich geltend, indem diese etwa ganz entsprechend der Quellungsfigur der Gelatine, durch welche die Radiärsprünge hervorgerufen wurden, angeordnet sind. Auf diese Weise besitzt diese grobschuppig gebaute Figur ein sternartig gebildetes Zentrum, dessen Spitzen sich nach außen jedoch immer mehr abflachen, so daß die Figur schließlich in eine einfach schuppige Sphäre mit sternartigem Zentrum übergeht. Jedenfalls können solche Figuren nicht wohl in derselben Weise entstanden sein, wie z. B. die Figur 21, vielmehr muß ihnen vermutlich eine Art kombiniertes Wachstum eigentümlich sein; so etwa, daß die Radiärsprünge zuerst entstehen und auch in dem Wachstum immer etwas voraus sind, dann aber bald die sekundären Sprünge hervorrufen. Diese haben zur Folge, daß die anfänglich in den Zwischenräumen der Radiärsprünge tief eingebuchteten Sekundärsprünge, deren Verlauf, wie schon gesagt, dem Umriß der Quellungsfigur parallel zieht, allmählich immer weniger eingebuchtet werden, da ja jeder dieser Sprünge dem Wasser Zutritt gestattet. Demnach dürfte sich aus der Bildung dieser Figur wohl sicher entnehmen lassen, daß sie nicht das Ergebnis doppelter Befeuchtung ist, sondern daß sie bei der ersten Befeuchtung dadurch entstand, daß

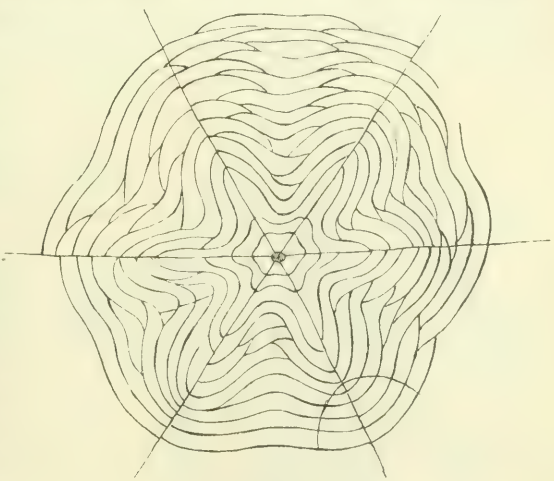


Fig. 24.

Fig. 24. Sechsstrahlige Sternfigur mit schuppenförmigen sekundären Sprüngen, die ein sternartiges Zentrum formieren. Ohne Z. A.

die wachsenden Radiärsprünge sofort ein System sekundärer Sprünge hervorriefen.

Die interessantesten Figuren, welche durch sekundäre Sprungbildungen der vorstehend geschilderten Art hervorgerufen werden, sind solche, welche aus sehr dichtgedrängten schiefen Schuppensprüngen bestehen, wie sie oben für die dunklen Schuppensphären beschrieben wurden. Wenn solche Sprungbildungen um einen einfachen feinen Sprung auftreten, wie es Figur 25 zeigt, so bildet sich in der Regel eine länglich zitronenartige Figur mit scharf zugespitzten Enden. Im allgemeinen handelt es sich um solch eine dunkle Schuppensphäre, die durch den vorhandenen feinen Sprung, respekt. vielleicht auch durch dessen gleichzeitiges Weiterwachsen, zu einer längsgestreckten modifiziert wurde. Analog den regulären Schuppensphären zeigen auch die hier besprochenen häufig mehr oder weniger deutliche Schichtung. Auf Figur 25 spricht sich diese sowohl innerhalb der dunkeln, zitronenförmigen Sphäre ziemlich deutlich aus, als namentlich darin, daß in deren Umkreis eine breite helle Zone ausgebildet ist, mit wenigen feinen Sprüngen; um diese findet sich dann wieder dichtsprüngige dunkle Masse, die jedoch durch die benachbarten Sphärengebilde bald stark modifiziert wird und deshalb nicht weiter ausgeführt wurde.

Fig. 25.

Fig. 25. Große, dichtschuppige, gut doppelbrechende Sphäre, die sich um feinen Längssprung gebildet hat und daher stark ausgezogen ist. Die Umgebung ist nicht weiter gezeichnet. Vergr. schwach.

Wenn Sphären wie die eben beschriebenen um ein System von Radiärsprüngen entstehen, so bilden sich zusammengesetzte sternartige Gebilde entsprechender Art, deren Aussehen lebhaft an krystallinische Bildungen erinnert. Figur 26 zeigt eine derartige Figur. Ähnliche, häufig noch viel kompliziertere, finden sich auf der Platte, welcher diese Figur entnommen ist, in Menge. Die Ver-

wachsungsgrenzen der einzelnen Sphärengebilde sind gerade und treten häufig durch geringere Durchsichtigkeit recht scharf hervor. Wie die Figuren 25 und 26 zeigen, so ziehen die feinen Schuppensprünge und die Schichtung in den mehr oder weniger rhombischen Figuren meist ziemlich genau parallel den Rhombenseiten. Wenn nun, wie es auf solchen Platten der Fall ist, zahlreiche benachbarte Figuren dieser Art zusammengewachsen sind, so grenzen die verschieden verlaufenden Streifensysteme häufig in sehr scharfen geraden Linien aneinander, und diese Regionen der Platte machen daher ganz den Eindruck, als wenn sie von flachen, zusammengewachsenen Krystallblättern bedeckt wären.

In der Regel findet man auf einer Platte nur einen Typus der Figuren ausgebildet, also etwa nur sternartige oder nur Ring- oder Schuppensphären. Hieraus wäre zu schließen, daß die Harz- und Gelatineschicht der einzelnen Platten gewisse, vorerst noch nicht näher präzisierbare Eigenschaften besitzen müssen, die die besondere Art der Figuren bedingen. Dennoch ist diese Regel nicht allgemein gültig, da auch gewisse Platten Sphären und Sternfiguren aufweisen; jedoch ist dies wenig häufig. Die verschiedenen Figuren sind auf solchen Platten dann nicht etwa durcheinander gemischt, sondern treten auf verschiedenen Bezirken auf. Die Übergangszonen dieser Bezirke sind häufig auch durch Übergangsfiguren der beiden Typen ausgezeichnet.

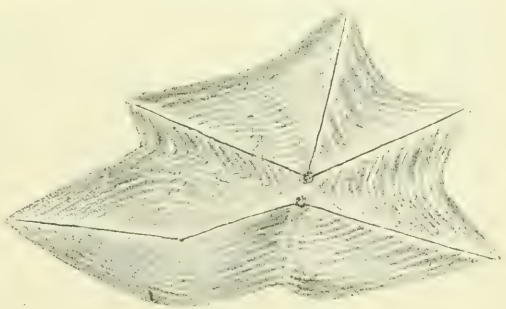


Fig. 26.

Flg. 26. Zusammengesetzte Sphärenbildung von demselben Charakter wie Figur 25 und von derselben Platte. Vergr. noch geringer.

Im allgemeinen läßt sich daher sagen, daß gewisse Eigentümlichkeiten, insbesondere solche der Harzschicht, den Charakter der Sprungfiguren bestimmen. Welche Eigentümlichkeiten dies jedoch sind, dürfte sich nur durch besonders auf diesen Punkt gerichtete Untersuchungen ermitteln lassen.

D. Das optische Verhalten der Sprungfiguren.

1. Besondere optische Erscheinungen der Sprungfiguren im gewöhnlichen Lichte.

Sowohl die konzentrischen Ringsphären, als noch viel schöner die Schuppensphären, zeigen infolge ihrer besonderen Bauverhältnisse bei makroskopischer oder Lupenbetrachtung, sowohl im auffallenden wie durchfallenden Licht, eigentümliche Reflexerscheinungen, die hier kurz besprochen werden mögen. Betrachtet man eine horizontal liegende Platte mit solchen Sphären derart, daß die Lichtquelle (z. B. eine Auerflamme) in einiger Entfernung vor der Platte und in der Augenhöhe des Beobachters, etwa 30—40 cm über der Platte steht, während der Beobachter ungefähr in gleicher Entfernung hinter der Platte sich befindet, so bemerkt man auf jeder Sphäre einen hellen Lichtstreif, der parallel der Verbindungslinie der Lichtquelle mit dem Auge des Beobachters die Sphäre durchzieht. Dieser Streif geht durch das Zentrum der Sphäre und ist hier ganz schmal, während er sich gegen die Sphärenperipherie stetig verbreitert, weshalb er aus zwei Dreiecken zusammengesetzt erscheint, die sich mit ihren Spitzen im Sphärenzentrum berühren. Verschiebt man nun die Platte aus der angegebenen Stellung etwas seitlich, so rotiert der Lichtstreif derart, daß seine dem Beobachter zugewandte Hälfte bei der Verschiebung nach rechts ebenfalls nach rechts rotiert, seine vordere Hälfte dagegen nach links; bei Verschiebung nach links rotiert der Lichtstreif umgekehrt. — Neigt man die Platte auf der linken Seite herab, so rotiert die zugewandte Hälfte des Streifs nach links und die abgewendete oder vordere nach rechts, und bei entgegengesetzter Neigung der Platte umgekehrt.

Es unterliegt keinem Zweifel, daß der Lichtstreif durch Reflexion der Lichtquelle an den Sprungflächen entsteht und zwar in diesem Falle wohl hauptsächlich durch einfache Reflexion. Da jedoch dies reflektierte Licht, wenigstens bei einigen der Platten, einen sehr deutlichen metallischen Schimmer besitzt, so kann wohl auch total reflektiertes Licht beigemengt sein. — Bei den von vertikalen Kreissprüngen gebildeten Figuren ist die Erscheinung in der horizontalen Lage der Platte wenig ausgeprägt und der helle Streif nur in der peripheren Region der Sphären deutlicher; sobald man jedoch die Platte etwas gegen die Lichtquelle neigt, so daß die Sprungflächen nicht mehr vertikal stehen, sondern ebenfalls gegen

die Lichtquelle geneigt sind, so tritt der Reflexionsstreif sehr scharf und hell hervor.

Die kreisförmigen Sprünge und ebenso im allgemeinen auch die konzentrisch angeordneten Schuppensprünge lassen sich etwa auffassen als ein System ineinandergeschachtelter sehr niederer reflektierender Zylinderflächen; bei den schiefen Schuppensprüngen sind diese Flächen noch etwas gegen das Zentrum trichterartig geneigt. Bei der Reflexion wird daher jede dieser Flächen wie ein konkaver Zylinderspiegel wirken und ein verkleinertes Bild der Lichtquelle geben, das um so größer wird, je geringer die Krümmung der Sprungfläche ist. Hierauf beruht es, daß der oben erwähnte Lichtstreif sich gegen die Peripherie der Sphäre dreieckig verbreitert. Daß unter diesen Bedingungen bei seitlicher Verschiebung der Sphäre, oder bei ihrer Neigung die oben geschilderte Rotation des Reflexionsstreifs eintreten muß, davon kann man sich auch dadurch überzeugen, daß man den oberen Rand eines Glastrichters oder noch besser eines Becherglases unter entsprechenden Verhältnissen betrachtet; man erblickt dann an diesem Rand zwei ihrer Lage nach dem Reflexionsstreif der Sprungfiguren entsprechende helle Bilder der Lichtquelle und kann bei seitlicher Verschiebung oder Neigung des Becherglases leicht beobachten, daß diese hellen Bilder genau die oben für den Reflexionsstreif der Sphären geschilderte Rotation ausführen.

Diese eigentümlichen Reflexionserscheinungen der Sphären haben im Gefolge, daß die Figuren bei makroskopischer Betrachtung im auffallenden Licht stets mehr oder weniger körperlich, reliefartig erscheinen, da sie, wegen des hellen Reflexionsstreifs und der dunklen, scheinbar im Schatten liegenden Partien, mehr oder weniger erhobene Kegel vortäuschen, deren Spitzen von den Zentren der Sphären gebildet werden.

Ganz ähnliche Erscheinungen wie im reflektierten Licht zeigen jedoch die Figuren auch im durchfallenden. Wenn man eine Sphäre genau senkrecht zur Lichtquelle und genau zwischen diese und das beobachtende Auge hält, so erscheint sie, wenn die Sprünge nicht allzu dicht und zu schief sind, gleichmäßig hell, abgesehen von einer Anzahl dunkler Sprünge, die das Licht total reflektieren und deshalb dunkel sind. Wenn man nun aber die Sphäre ein wenig senkt oder hebt, so daß die Lichtquelle etwas

über oder unter ihr steht, so tritt sofort die vorhin im reflektierten Lichte geschilderte Erscheinung hervor, d. h. die Sphäre wird dunkel bis auf einen vertikalen doppelt dreieckigen Lichtstreif. Bewegt man nun in dieser Stellung die Sphäre etwas nach der Seite, so rotiert der Lichtstreif, bei höherer Stellung der Lichtquelle, wieder derart, daß sein unterer Schenkel nach der Verschiebungsseite sich bewegt. Bei tieferer Stellung der Lichtquelle dagegen erfolgt die Rotation des Lichtstreifs in umgekehrter Richtung. Es bedarf verhältnismäßig geringer seitlicher Verschiebung, um eine nahezu horizontale Stellung des Lichtstreifs hervorzurufen. — Verschiebt man die Sphäre aus der ursprünglichen exakten Stellung vor der Lichtquelle genau etwas seitlich, so erhält man, wie zu erwarten, sofort den horizontalen Lichtstreif, den man durch Hebung oder Senkung der Sphäre gegen die Vertikalrichtung rotieren lassen kann. — Dieselben Erscheinungen kann man jedoch auch dadurch hervorrufen, daß man die Sphäre genau in der ursprünglichen Stellung vor der Lichtquelle beläßt und das Auge höher oder tiefer, resp. nach rechts oder links, um weniges verschiebt. Am besten bedient man sich hierzu einer Lupe, mit der man die Sphäre betrachtet, und verschiebt hierauf, bei Feststellung der Sphäre und der Lupe, das Auge ein wenig. Bei geringer Verschiebung des Auges nach unten oder oben tritt sofort der Vertikalstreif hervor; bei geringer Verschiebung nach rechts oder links der Horizontalstreif; schiebt man das tiefgestellte Auge etwas seitlich, so rotiert bei höher gestellter Lichtquelle der untere Schenkel des Streifs in der Verschiebungsrichtung, bis die Horizontalstellung erreicht ist. — Auch bei mikroskopischer Betrachtung mit schwachen Vergrößerungen lassen sich diese Erscheinungen bei seitlicher Verschiebung des Auges noch wahrnehmen. Auf diese Weise kann man durch rotierende Bewegung des Auges den Lichtstreif rotieren lassen.

Auch bei der Betrachtung im durchfallenden Licht ist der helle Lichtstreif jedenfalls eine Folge der Reflexion des Lichts an den Sprungflächen. Man kann sich diese Erscheinungen ebenfalls mit Hülfe eines Becherglases, dessen Innenwand ja einen zylindrischen Konkavspiegel darstellt, verdeutlichen. Schaut man in die Öffnung des Becherglases, das mit dem Boden direkt gegen die Lichtquelle gewendet ist, so sieht man das Glas gleichmäßig erhellt. Senkt oder hebt man es jedoch etwas, so erhält man oben

und unten längs der Wand des Glases einen hellen Lichtstreif, der dem Vertikalstreif der Sprungfiguren entspricht. Verschiebt man nun das Glas etwas seitlich, so rotieren diese beiden Streifen ganz in demselben Sinne wie der Lichtstreif der Sprungfiguren unter entsprechenden Verhältnissen. Von den beiden Lichtstreifen rührt der eine von der Reflexion der Lichtquelle an der konkaven Innenfläche, der andere von der an der konvexen Außenfläche des zylindrischen Becherglases her. Aus der Übereinstimmung der Verhältnisse ist daher auch zu schließen, daß das Gleiche für die Erscheinungen an den Sprungflächen der Sprungfiguren gilt; daß also je nach der Stellung der Figur zu der Lichtquelle der eine Schenkel des Lichtstreifs von den konkaven Flächen der zirkulären Sprünge, der andere dagegen von den konvexen erzeugt wird. Verschiebt man das Becherglas aus der ursprünglichen Stellung vor der Lichtquelle etwas seitlich, so erhält man rechts und links an seinen Wänden die entsprechenden Lichtstreifen, die den Horizontalstreif der Sprungfiguren repräsentieren.

Bei der Feinheit der Sprünge ist zu erwarten, daß sie unter Umständen auch Interferenzfarben zeigen. An den Sternfiguren ließ sich dies mehrfach beobachten, indem ihre Strahlen bei makroskopischer Betrachtung in gewisser Stellung schön rot, in anderer dagegen blau erschienen. An den sphärischen Sprungfiguren lassen sich häufig im durchfallenden Licht verschiedene Farben der Sprünge gleichzeitig wahrnehmen. Bei Betrachtung der Sphären im durchfallenden, stark gelben Licht eines Glühlichts erscheint der helle reflektierte Lichtstreif stark gelb, dagegen die dunklen Partien mehr oder weniger deutlich blau.

---

2. Im polarisierten Licht.

In den einleitenden Worten bemerkte ich, daß die Veranlassung zu der vorliegenden Untersuchung meine Vermutung bildete, daß die von *Hinterberger* entdeckten Sprungfiguren besondere optische Erscheinungen, insbesondere die von mir 1898 bei konzentrischen bis spiraligen Sprüngen in einer Eiweißschicht geschilderten Polarisationserscheinungen zeigen müßten. Da diese frühere Beobachtung wenig bekannt sein dürfte, weil das Werk, in dem sie mitgeteilt wurde, bis jetzt wenig Beachtung fand, so zitiere ich sie hier nochmals wörtlich.

„Ein sehr vorzügliches Beispiel, wie durch Sprungbildungen ganz die Erscheinungen von Sphärokrystallen hervorgerufen werden können, beobachtete ich zufällig an eingetrocknetem Hühnereiweiß. Eine filtrierte Lösung, die aus gewissen Gründen mit einer ca. 2% Stärkelösung versetzt war (doch ist dieser Zusatz ganz unnötig), trocknete in einer Glasschale langsam ein. Die feste Eiweißschicht von ca. $^1/_3$ cm Dicke, die sich auf dem Boden der Schale gebildet hatte, war in eine Menge kleiner unregelmäßig polygonaler Plättchen zersprungen. Jedes dieser Plättchen, deren Breite nur etwa ein bis einige Millimeter betrug, zeigte in sich ein dichtes System konzentrischer Sprünge, teils ganz vollständige Kreise, teils unvollständige; zuweilen schienen sie sogar etwas spiralartig. Das Zentrum dieser Sprünge lag häufig nahezu in der Mitte der Plättchen, häufig jedoch auch stark exzentrisch. Jedes der konzentrischen Sprungsysteme ergab nun zwischen gekreuzten Nicols ein sehr schönes schwarzes Kreuz, sobald nur die Sprünge hinreichend fein und dicht verliefen. Namentlich bei etwas hoher Einstellung, höher als die, bei welcher die Sprünge deutlich hervortraten, zeigte sich das Kreuz in voller Schönheit. In gleicher Weise ergab denn auch die Untersuchung des Farbenbildes ganz die Erscheinungen eines negativen Sphärokrystalles mit rotem Kreuz und blauen und gelben Ringen; auch hier war die Erscheinung wiederum bei hoher Einstellung ganz besonders deutlich, da in diesem Falle die Farbenringe der Sprünge zusammenfließen und eine gleichmäßige Färbung der vier Quadranten eintritt. Dabei trat bei diesen Sprungbildungen noch eine weitere Erscheinung auf, die wir später bei Besprechung gewisser Sphärokrystalle gleichfalls bemerken werden. Bei scharfer Einstellung auf die Sprünge zeigte sich nämlich, daß häufig die zwischen ihnen liegende Masse die umgekehrte Farbe aufwies, also die Zonen zwischen benachbarten blauen Ringen gelb, die zwischen gelben blau waren, so daß also eigentlich in jedem Quadranten blaue und gelbe Ringe abwechselten. Daß dies wenig hervortritt und beim ersten Anblick die eine Farbe allein zu herrschen scheint, beruht nur darauf, daß sie bei weitem überwiegt."

Rhumbler hat 1899 diese Eiweißsprünge etwas genauer studiert und bei seinen Sprungfiguren stets einen deutlich spiraligen Verlauf der Sprünge gefunden. Ihr optisches Verhalten hat er nicht untersucht.

Meine Vermutung, daß die *Hinterberger*'schen Sprungfiguren dieselbe Erscheinung zwischen gekreuzten Nicols zeigen müßten, die ich seinerzeit an den konzentrischen Eiweißsprüngen entdeckte, hat sich bestätigt; dabei ergab sich Gelegenheit, die ganze Erscheinung ein wenig genauer zu studieren. Zwar dürften gerade die von *Hinterberger* geschilderten Sprungfiguren die Erscheinung nicht oder nur sehr schwach gezeigt haben, denn die genauere Untersuchung meiner Platten ergab bald, daß alle Figuren, deren Sprünge die Harzschicht senkrecht durchsetzen, fast keine oder nur sehr geringe Doppelbrechung zeigen, also sowohl alle sternartigen Figuren als die konzentrischen Ringfiguren und die einfachen Schuppenfiguren mit senkrechten Sprüngen. Die konzentrischen Ring- und die einfachen Schuppenfiguren mit senkrechten Sprüngen zeigen dennoch in der Regel eine sehr schwache Doppelbrechung und daher auch ein sehr schwach angedeutetes schwarzes Kreuz. Bei Einschaltung eines Gipsblättchens erster Ordnung erhält man jedoch keine bemerkbare Farbenwirkung. Bei Anwendung von sehr stark konvergentem Licht oder sehr schiefer Beleuchtung trat die Andeutung des Kreuzes viel schärfer hervor, was sich aus dem später über den Grund der Doppelbrechung Mitzuteilenden erklärt.

Fig. 27.

Fig. 27. Dichtschuppige, gut doppelbrechende und geschichtete Sphäre zwischen gekreuzten Nicols und sehr deutlichem schwarzem Kreuz. Vergr. mäßig.

Sehr schön doppelbrechend sind dagegen alle undurchsichtigen Figuren mit schiefen Schuppensprüngen, und zwar um so stärker, je dichter und feiner die Schuppensprünge ausgebildet sind. Betrachtet man eine derartige Figur zwischen gekreuzten Nicols, so erhält man dasselbe Bild, welches ein Sphärokrystall darbietet (s. Fig. 27). Sind die betreffenden Sphären geschichtet, wie es früher beschrieben wurde, so bleibt die Schichtung auch zwischen

gekreuzten Nicols deutlich, indem die im gewöhnlichen Lichte breiteren dunklen Schichten jetzt hell, die schmäleren hellen, weniger sprungreichen dunkel erscheinen. Der optische Charakter ist stets negativ, wie sich aus der Farbenverteilung bei Einschaltung des Gipsblättchens erster Ordnung ergibt. – Betrachtet man die Figuren von der Unterseite der Platten, so bleibt die Erscheinung unverändert. Bei Untersuchung der Figuren im gewöhnlichen durchfallenden Licht ließ sich bei Drehung des Analysators keine Veränderung der Lichtintensität beobachten.

Die schon 1898, gelegentlich der Eiweißsprünge, von mir gehegte Vermutung, daß die Erscheinung auf totaler Reflexion des Lichtes an den Sprüngen beruhe, findet hier ihre weitere Bestätigung. Einmal spricht hierfür ja die Erfahrung, daß die von senkrechten Sprüngen gebildeten Figuren die Erscheinung nicht oder nur sehr schwach zeigen, die schiefsprüngigen dagegen sehr gut; andererseits kann man auch leicht nachweisen, daß die Erscheinung von der Lufthaltigkeit der Sprünge bedingt wird. Gibt man nämlich auf solche Figuren etwas Wasser, oder besser Glyzerin, welches die Luft aus den Sprüngen verdrängt, so verschwindet die Doppelbrechung der Sphären völlig und kehrt zurück, wenn durch Verdunsten des Wassers wieder Luft in die Sprünge eintritt. Die Bedeckung mit Glyzerin hat in diesem Falle den Vorteil, daß dabei ein Quellen der Gelatineschicht vermieden und damit die etwaige Meinung widerlegt wird, daß die Doppelbrechung auf Spannungsverhältnissen der eingetrockneten Gelatine beruhe, die durch das Quellen aufgehoben würden. Die Ansicht, daß die Doppelbrechung von besonderen Spannungsverhältnissen der Gelatine- oder Harzschicht herrühre, liegt ja sehr nahe. Physiker wie Mineralogen, welche die Erscheinung an meinen Platten gelegentlich sahen, waren meist sofort mit ihrem Urteil fertig, daß es sich um solche Spannungserscheinungen handeln müsse. — Wie gesagt, folgt jedoch aus dem Beobachteten bestimmt, daß diese Auffassung unhaltbar ist. Ebenso spricht gegen sie, daß nicht von Sprüngen durchzogene Platten oder Teile solcher gar nichts von der Erscheinung zeigen, die, wie gesagt, nur von schiefen Sprüngen hervorgerufen wird. — Am besten überzeugt man sich jedoch von der Abhängigkeit der Erscheinung von den schiefen Schuppensprüngen, wenn man einzelne recht große Sprünge, wie man sie namentlich am Rande der

Platten häufiger trifft, genauer untersucht. Dann bemerkt man leicht, daß ein lufthaltiger Sprung dieser Art doppelbrechend erscheint. Wenn er senkrecht zu einer der Polarisationsebenen der Nicols verläuft, erscheint er dunkel (respekt. rot mit Gipsblättchen erster Ordn.); in den übrigen Richtungen dagegen ist er hell und zwar mit Steigerung der Farbe, wenn er senkrecht zu der Achse größter optischer Elastizität des Gipsblättchens liegt, und bei umgekehrter Lage mit Herabsetzung der Farbe. Der Sprung verhält sich also optisch negativ einachsig, d. h. seine optische Achse steht senkrecht auf der Sprungrichtung und ist eine Achse größter Elastizität. Die Neigungsrichtung des Sprunges in der Harzschicht selbst ist dabei gleichgültig; er verhält sich gleich, ob sie in dem einen oder dem anderen Sinne verläuft. Dies bedingt auch, daß die Farbengebung der Sphären ganz die gleiche ist, wenn man sie von der einen oder der anderen Fläche betrachtet. — Da nun aber die Schuppensprünge, wenn sie sehr langgestreckt sind, stets etwas umgebogene Enden besitzen, worauf eben ihre Schuppengestalt beruht, oder aber, wenn sie kürzer sind, etwa halbmondförmig gebogen erscheinen, so folgt hieraus, daß sie sich nicht einheitlich verhalten können, da ja ihre Richtung sich allmählich ändert. Wenn daher ein solcher Sprung mit seinem mittleren Teil senkrecht zu einer der Polarisationsebenen der Nicols eingestellt ist, so biegen seine seitlichen Teile nach zwei verschiedenen Richtungen ab und werden daher hell erscheinen, während der mittlere Teil dunkel ist. Schaltet man das Gipsblättchen ein, so erscheinen diese seitlichen Sprungteile gelb und blau, je nach ihrer Richtung, der mittlere Teil zeigt dagegen das Rot erster Ordnung. Wird dagegen der Sprung unter 45° zu den Polarisationsebenen geneigt eingestellt, so erscheint sein mittlerer Teil, je nach seiner Richtung, blau oder gelb, die seitlichen Teile dagegen, da sie nahezu senkrecht zu den Polarisationsebenen ziehen, rot. Auf diese Weise erklärt es sich, daß bei Betrachtung einer solchen Schuppensphäre zwischen gekreuzten Nicols in den Polarisationsebenen ein dunkles Kreuz erscheinen muß, während die unter 45° zu den Polarisationsebenen liegenden Partien der Sphäre am hellsten erscheinen; sowie daß bei Einschaltung des Gipsblättchens erster Ordnung ein rotes Kreuz mit blauen und gelben Quadranten, in der Verteilung negativer Sphärokrystalle, hervortritt.

Hie und da findet man in der Harzschicht gewisser Platten

gerade schief geneigte, lufterfüllte Sprünge, an denen man leicht feststellen kann, daß sie dasselbe optische Verhalten zeigen wie die Schuppensprünge, natürlich mit dem Unterschied, daß ihre Farbe stets einheitlich ist, da sie ja einheitliche Richtung besitzen.

Man kann sich übrigens auch an feinen lufthaltigen Sprüngen in Glas überzeugen, daß sie ganz dasselbe optische Verhalten darbieten. Zu diesem Zweck fand ich es am geeignetsten, einen Objektträger über der Flamme stark zu erhitzen und dann mit einem Glasstäbchen einen Wassertropfen auf ihn zu bringen. Letzterer bewirkt, daß die Glasplatte an dieser Stelle eine Menge Sprünge erhält, die in den verschiedensten Neigungen durch sie hinziehen, und zum Teil äußerst fein sind. Diese lufterfüllten Sprünge reflektieren bei hinreichender Schiefe das durchfallende Licht ebenfalls total in verschiedenem Grad. Erscheinen sie bei mikroskopischer Betrachtung ganz schwarz und undurchsichtig, so bleiben sie auch zwischen gekreuzten Nicols dunkel; wenn sie dagegen nur mäßig dunkel sind, so werden sie zwischen gekreuzten Nicols hell und geben bei Anwendung des Gipsblättchens die charakteristischen Farben. Daß es die Lufthaltigkeit der Sprünge ist, welche diese Erscheinung bedingt, läßt sich durch Füllung der Sprünge mit Wasser leicht nachweisen. In der Regel genügt es schon, auf die Glasplatte zu hauchen, um die feineren Sprünge zum Teil mit Wasser zu füllen; wobei sich deutlich ergibt, daß nur diejenigen Teile der Sprünge, die nicht mit Wasser gefüllt sind, Farben zeigen, während die von Wasser erfüllten Partien gar nichts mehr von Farbe oder nur äußerst schwache Spuren erkennen lassen. Am schönsten ist der Zusammenhang der Polarisation mit der Lufterfüllung der Sprünge zu erkennen, wenn man das allmähliche Austrocknen der wassergefüllten Sprünge verfolgt und dabei wahrnimmt, wie der farbengebende lufthaltige Teil des Sprungs sich mit der Verdunstung des Wassers stetig wachsend vergrößert. — Sehr gewöhnlich zeigt das erhitzte Glas jedoch auch stellenweis Doppelbrechung, die nicht an Sprünge gebunden ist, sondern die Glasmasse gleichmäßig durchzieht und daher von der Benetzung nicht alteriert wird. Es ist dies Doppelbrechung, welche durch von der Erhitzung und der Abkühlung herrührenden Spannungen bewirkt wird. Eigentümlich ist immerhin die große Ähnlichkeit, welche diese doppelbrechenden Glaspartien in der Farbengebung

mit der sehr feiner Sprünge haben, so daß ein Zusammenhang zwischen den beiden Phänomenen nicht völlig ausgeschlossen erscheint. — Wenn man die mit feinen Sprüngen versehene Glasplatte an einer drehbaren horizontalen Achse befestigt, so daß man die feinen Sprünge bei verschiedenen Neigungen gegen die Horizontalebene untersuchen kann, so läßt sich leicht nachweisen, daß die Doppelbrechung nur bei schiefem Verlauf des Sprunges wahrnehmbar ist, daß sie erlischt, wenn die Sprungebene horizontal oder vertikal verläuft. Auch kann man so bemerken, daß die Farbengebung aufhört, wenn die Schiefe der Sprungebene so erheblich ist, daß sie im durchfallenden Licht ganz dunkel erscheint. Es schien mir bei der Untersuchung der Glassprünge, daß die Steigerung der Farbe (respekt. ihre Herabminderung) um so erheblicher ist, je weiter der Sprung ist. Doch ist dies unter den gegebenen Bedingungen insofern schwierig zu beurteilen, da die Schiefe der Sprungebene jedenfalls nicht ohne Einfluß ist und sich schwer genau feststellen läßt, weil die Sprungfläche häufig eine krumme ist. Einen eigentümlichen Einfluß hat die Weite der Sprünge auf die Farben. Bei weiteren Sprüngen haben die Farben nämlich stets einen eigentümlichen metallischen Glanz, wie er sich auch an den Sprungfiguren der Harzschichten findet. Die sehr engen Sprünge dagegen zeigen von diesem Metallglanz nichts, sondern geben Farben von der gewöhnlichen Nüancierung.

Wenn man ein Glasplättchen (z. B. ein Deckglas) unter dem Mikroskop bei durchfallendem Lichte und verschiedener Neigung zwischen gekreuzten Nicols und mit Gipsblättchen erster Ordnung betrachtet, indem man es an eine drehbare horizontale Achse befestigt, so wird man auf den Flächen bei keiner Neigung eine wesentliche Veränderung der Farbe beobachten, obgleich doch das von unten einfallende Licht an der oberen schiefgestellten Fläche des Deckglases total reflektiert wird. — Beobachtet man dagegen die nach oben gerichtete Durchschnittsfläche des Deckgläschens, so erscheint sie bei senkrechter Stellung des Deckglases unverändert rot erster Ordnung; wird jedoch das Deckglas mäßig geneigt, so tritt sofort Farbenveränderung der Durchschnittsfläche auf und zwar in demselben Sinne, wie die Sprünge es zeigten. Diese Farbe ist zuerst schönes Blau oder Gelb und steigert sich bei zunehmender Neigung des Deckglases gegen die Vertikale. Auch die untere Durchschnittsfläche des Deckglases zeigt Farben,

die jedoch hie und da gerade die umgekehrten der der oberen Durchschnittsfläche sind. Daß das aus der oberen Durchschnittsfläche austretende Licht wesentlich dasjenige ist, welches durch die untere Durchschnittsfläche eingetreten ist, läßt sich dadurch erweisen, daß die Intensität der Erscheinung sehr herabgemindert wird, wenn man die untere Durchschnittsfläche mit Tusche undurchsichtig macht. Überzieht man gleichzeitig die nach unten gerichtete Fläche des Deckglases mit Tusche, so hört das Phänomen ganz auf; wogegen es, wenn nur die untere Fläche geschwärzt wird, nur relativ wenig an Intensität der Farbe verliert. Hieraus dürfte zu schließen sein, daß es wesentlich das Licht ist, das durch die untere Durchschnittsfläche des Deckglases eindringt und an seinen Flächen total reflektiert wird, welches die geschilderte Erscheinung hervorruft; daß sich dazu aber noch einiges Licht gesellt, welches durch die untere Fläche in das Deckglas eindringt und an der oberen total reflektiert wird. — Man könnte nun denken, daß die Farbenwirkung der Sprünge auf einer ähnlichen Erscheinung beruhe wie die eben geschilderte des Deckglases, d. h. daß die schiefen Harzplättchen in ähnlicher Weise wie das Deckglas an ihren Flächen das eingedrungene Licht total reflektierten. Dem wiederspricht jedoch, daß, wie angegeben, die ganzen Sprungflächen farbig erscheinen, daß also von ihnen Licht ausgehen muß, welches die Erscheinung bewirkt und die Sprünge gleichzeitig im Mikroskop sichtbar werden läßt. — Dies scheint darauf hinzuweisen, daß die Doppelbrechung der Sprünge nicht etwa von dem Licht herrührt, welches an der Unterfläche der lufterfüllten Sprünge total reflektiert wird, analog dem Verhalten des oben geschilderten Deckglases, sondern daß dasjenige Licht die Erscheinung hervorruft, welches schief an die obere Fläche der Sprünge gelangt und von dieser total zurückgeworfen wird, welches daher auch die Sprungfläche gleichzeitig sichtbar macht. Daß diese Ansicht richtig ist, scheint mir namentlich auch aus der Beobachtung hervorzugehen, daß das Phänomen, welches die schuppigen Sphären zwischen gekreuzten Nicols zeigen, viel intensiver wird bei Anwendung stark schiefer Beleuchtung (mit Abbeschem Beleuchtungsapparat). Bei schwacher Vergrößerung und stark schiefem Licht kann man es erreichen, daß das ganze Gesichtsfeld dunkel ist (ohne Nicols) und nur die Sprünge sehr stark leuchtend hervortreten. Jetzt tritt das Phänomen zwischen gekreuzten Nicols

am glänzendsten hervor. In diesem Falle dürfte es wohl keiner Frage unterliegen, daß es das schief auf die Oberseite der Sprünge fallende Licht ist, welches die Erscheinung bewirkt.

Die Erscheinung dürfte daher wohl im wesentlichen identisch sein mit der sog. Oberflächenpolarisation von Luftbläschen, die in Wasser oder einem anderen stärker brechenden Medium zwischen gekreuzten Nicols betrachtet werden, und die sowohl ein deutliches Kreuz als auch negative Farbenverteilung zeigen (s. hierüber bei mir 1898 S. 36 u. S. 376—77). Sowohl bei den Luftbläschen, als den sich ähnlich verhaltenden Wassertröpfchen in Schwefelkohlenstoff, wird es das am äquatorialen Rand und an der Oberseite total reflektierte Licht sein, welches die Erscheinung bedingt. Da letztere jedoch auch in entsprechender Weise an Quecksilbertröpfchen und anderen stärker brechenden Tropfen auftritt, an denen gewöhnliche Reflektion stattfindet, so geht daraus hervor, daß die Erscheinung sowohl bei gewöhnlicher wie bei totaler Reflektion auftritt. Eine besondere Eigentümlichkeit, die unter gewissen Bedingungen in letzterem Falle beobachtet wird, ist die, daß, wie ich es bei an der Unterseite des Deckglases hängenden Schwefeltröpfchen fand, die Farbenverteilung positiv ist.

Besonders interessante Erscheinungen bieten zwischen gekreuzten Nicols, bei eingeschalteten Gipsplättchen, die oben S. 682 beschriebenen krystallartigen schuppigen Figuren dar. Es wurde geschildert, daß bei diesen Figuren die Schuppenzüge häufig auf weite Strecken parallel ziehen und daß diese Schuppenstreifungen bei Verwachsungen in scharfen Grenzlinien zusammenstoßen. Eine Folge hiervon ist, daß diese parallelstreifigen Felder in der gleichen Farbe erscheinen und je nach dem Verlauf ihrer Streifung blau, gelb oder rot. Die krystallblattartig zusammenstoßenden Figuren erscheinen daher auch in verschiedenen, scharf gegeneinander abgegrenzten Farben, weshalb ihr Aussehen lebhaft an zusammengewachsene doppelbrechende Krystallblätter erinnert.

Gewisse Erwägungen ließen mich untersuchen, ob die sphärischen Sprungfiguren, insbesondere die mit senkrechten Sprüngen, welche daher zwischen gekreuzten Nicols kein oder doch nur ein sehr schwaches dunkles Kreuz zeigen, eventuell im konvergierenden Licht ein Achsenkreuz geben. Leider führte diese Untersuchung zu keinem entscheidenden Ergebnis und zwar aus folgendem

Grunde. Anfänglich schien es nämlich, daß die fraglichen Figuren ganz frappante Achsenkreuze zeigen. Die genauere Ermittelung ergab jedoch bald, daß es sich um eine Täuschung handle, indem das betreffende Kreuz samt Ringen gar nicht von der Sprungfigur herrührte, sondern auch schon ohne Einschaltung eines jeden Objektes in dem Mikroskop auftrat. Nicht nur mein eigenes Mikroskop verhielt sich bei Anwendung stärkerer Objektive so, sondern auch ein besonders für krystallographisch-optische Untersuchungen eingerichtetes, das ich benutzen konnte. Unter diesen Bedingungen war es daher unmöglich, festzustellen, ob die fraglichen Sprungfiguren die Erscheinungen einachsiger doppelbrechender Krystalle bei Betrachtung längs der Hauptachse im konvergenten Licht zeigen. Denn da ihre Wirkung jedenfalls sehr schwach sein muß, wenn überhaupt eine vorhanden, so ist sie von der schon im Mikroskop gegebenen nicht zu unterscheiden.

Obgleich die Erklärung der interessanten Erscheinungen, welche die Sphärenfiguren, vor allem die stark total reflektierenden schief-schuppigen, zwischen gekreuzten Nicols zeigen, eine Aufgabe bildet, deren Lösung den Physikern von Fach überlassen werden muß, so kann ich diese Frage doch nicht gänzlich übergehen. Wenigstens das Prinzip, welches die Erscheinung beherrscht, scheint mir nicht allzu schwer zu ergründen zu sein, wenn auch die genauere Entwicklung dem Optiker zufallen muß. Durch die Untersuchungen von *Fresnel* u. A. ist bekannt, daß geradlinig polarisiertes Licht bei der totalen Reflexion in elliptisch polarisiertes verwandelt wird. Dies geschieht jedoch nicht, sondern der betreffende Lichtstrahl bleibt unverändert, wenn die Schwingungsrichtung des einfallenden Lichtstrahls in die Reflexionsebene fällt oder senkrecht zu ihr steht. Die Erscheinung läßt sich so auffassen, als wenn der unter einem gewissen Winkel zur Reflexionsebene schwingende Strahl in zwei Strahlen zerlegt werde, von welchen der eine in der Reflexionsebene, der andere senkrecht zu ihr schwingt. Da diese beiden Strahlen gleichzeitig einen gewissen Phasenunterschied erleiden, so geht aus ihrem Zusammenwirken elliptisch polarisiertes Licht hervor. Elliptisch polarisiertes Licht jedoch wird bei keiner Stellung des Analysators (oberen Nicols) völlig ausgelöscht, sondern zeigt bei der Drehung des Analysators ein Maximum und ein Minimum der Intensität in zwei aufeinander senkrechten Richtungen, welche mit der langen und kurzen Achse der elliptischen Schwingungsfigur des Lichts zusammenfallen.

Eine der in Frage stehenden Sprungfiguren dürfen wir uns nun vorstellen als ein System kreisförmiger, konzentrischer, etwas schief durch die Harzschicht ziehender und daher total reflektierender Sprünge. Auf untenstehender Figur 28 möge der Kreis einen solchen Sprung darstellen; a^1a^1 sei die Schwingungsrichtung des vom polarisierenden Nicol (Polarisator) einfallenden Lichts, b^1b^1 dagegen die Schwingungsrichtung des vom Analysator durchgelassenen Lichts. Dann ist ersichtlich, daß das auf die Punkte A und B des kreisförmigen Sprungs fallende Licht unverändert total reflektiert wird, da die Schwingungsrichtung des einfallenden Lichts hier senkrecht, beziehungsweise parallel der Reflexionsebene ist. Dagegen wird von dem an diesen Punkten reflektierten Licht nichts durch den Analysator gehen, da es senkrecht zu dessen Schwingungsrichtung schwingt. Betrachten wir dagegen den Punkt C des Sprunges, so ergibt sich, daß die Schwingungsrichtung des einfallenden Lichts hier einen Winkel von 45° mit der Reflexionsebene Oc bildet. Das hier einfallende Licht wird daher bei der Reflexion in zwei Bündel von gleicher Intensität zerlegt werden, von denen der eine senkrecht, der andere dagegen parallel zu der Reflexionsebene schwingt. Diese beiden Bündel besitzen nach den Ermittelungen über die totale Reflexion eine Phasendifferenz; sie geben daher im allgemeinen elliptisch polarisiertes Licht. Ähnliches geschieht auch an den zwischen C und A und B gelegenen Punkten, also beispielsweise E und D. Jedoch ist leicht ersichtlich, daß mit der Annäherung an A die Komponente, welche parallel zu der Reflexionsebene schwingt, immer kleiner wird, bei der Annäherung an B dagegen die senkrecht zur Reflexionsebene schwingende.

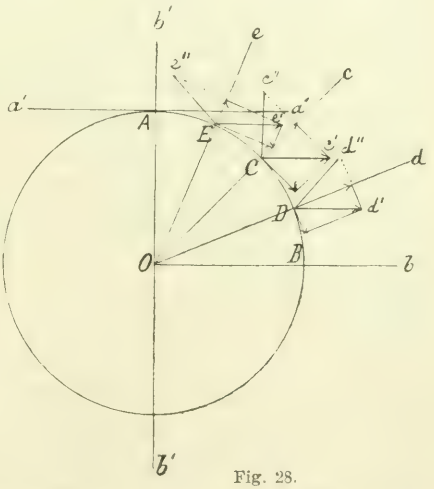


Fig. 28.

Nehmen wir nun beispielsweise an, der Phasenunterschied der beiden Strahlen, in welche das total reflektierte Licht zerlegt

wird, betrage gerade eine halbe Wellenlänge, so würde sich ergeben, daß in diesem Falle die beiden senkrecht zueinander polarisierten Strahlen bei ihrem Zusammenwirken wieder geradlinig polarisiertes Licht bildeten, dessen Schwingungsebene jedoch mehr oder weniger stark gegen diejenige des durch den Polarisator einfallenden Lichts gedreht ist. Für das bei C reflektierte Licht betrüge die Drehung der Schwingungsebene unter der Voraussetzung, daß die Intensitäten der beiden Komponenten gleich groß sind, gerade 90°, dieselbe hat jetzt die Richtung Cc''. Für jeden Punkt des Quadranten AB, der näher an A oder B liegt, ist dagegen, wegen der Ungleichheit der Komponenten, in welche sich die Amplitude zerlegt, die Drehung der Schwingungsebene geringer oder größer als 90°. Für den Punkt D ist sie geringer (Dd''), für E dagegen größer (Ee''). Wenn die Schwingungsebene um 90° gegen die des Polarisators gedreht ist, so geht das gesamte Licht durch den Analysator, da es in dessen Schwingungsebene schwingt. Es wird also in dem vorausgesetzten Fall das gesamte von C total reflektierte Licht durch den Analysator gehen. Je näher jedoch der reflektierende Punkt an A und B liegt, um so weniger wird die Polarisationsebene bei der Reflektion der Richtung b^1b^1, der Schwingungsebene des Analysators angenähert werden. Es wird daher auch von dem reflektierten Licht um so weniger durch den Analysator gehen, je näher wir A und B kommen, und von dem von diesen Punkten kommenden Licht schließlich gar nichts. — Wenn nun die Phasendifferenz der beiden bei der Reflektion auftretenden Strahlen zwischen Null und $^1/_2\,\lambda$ oder $^1/_2\,\lambda$ und λ liegt, so tritt elliptische, respekt. bei $^1/_4\,\lambda$ und gleicher Intensität der beiden Strahlen zirkulare Polarisation auf, und auch für diese Fälle ergibt sich schon leicht aus der Gestalt und der Lage der elliptischen Schwingungsfiguren zu der Schwingungsebene des Analysators, daß das von dem Punkt C reflektierte Licht in größter Menge durch den Analysator tritt und daß die Menge des durchgelassenen Lichts gegen die Punkte A und B bis zu Null abnehmen muß. Schaltet man ein Gipsblättchen ein, so muß dessen Interferenzfarbe natürlich durch das reflektierte elliptisch polarisierte Licht ebenso beeinflußt werden, wie ein Glimmerplättchen, das elliptisch polarisiertes Licht gibt, die Interferenzfarbe des Gipsblättchens beeinflußt.

Da auch bei der Beugung des polarisierten Lichtes

Drehung der Polarisationsebene und insbesondere elliptische Polarisation auftritt, so ließe sich auch vermuten, daß die Erscheinungen der Sprungfiguren auf Beugung beruhen. Gegen den Zusammenhang mit Beugung scheint mir jedoch zu sprechen, daß, wie oben schon hervorgehoben, gerade die Figuren mit senkrechten Sprüngen nichts oder sehr wenig von der Erscheinung zeigen, während diejenigen sie in voller Schönheit darbieten, bei welchen wegen der Schiefe der Sprünge nachweisbar totale Reflexion stark hervortritt. — Daß bei den von senkrechten Sprüngen gebildeten Figuren das Kreuz in stark konvergentem oder schief einfallendem Licht deutlicher hervortritt, läßt sich verstehen, da in diesem Falle mehr total reflektiertes Licht von den senkrechten Sprüngen in das Mikroskop gelangen muß.

Ich habe schon oben darauf hingewiesen, daß, meiner Ansicht nach, die Erscheinungen der sog. Oberflächenpolarisation, wie sie zwischen gekreuzten Nicols an Tröpfchen, Kügelchen und Gasbläschen verschiedenster Art auftreten, wobei, wie ich nachwies (1898 und 1900), ebenfalls das dunkle Kreuz häufig gut wahrzunehmen ist, in ähnlicher Weise auf Polarisation durch Reflexion beruhen. Bei Gasblasen und schwächer brechenden Tröpfchen in starkbrechendem Medium handelt es sich dabei wohl ebenfalls um elliptische Polarisation durch Totalreflexion. Die Erscheinungen an Quecksilbertröpfchen dürften gleichfalls auf elliptische Polarisation rückführbar sein, da diese ja bei Reflexion an Metallen in ähnlicher Weise auftritt. Da aber auch bei der Reflexion an stark brechenden nichtmetallischen Substanzen elliptische Polarisation vorkommt, so dürfte der Grund der Erscheinung wohl überall der gleiche sein.

1898 (S. 147) habe ich schon angedeutet, daß ich es nicht für ausgeschlossen erachte, daß die Doppelbrechung fester Körper überhaupt auf besonderen Mikrostrukturen beruhe, wie ich sie auch bei Krystallen (1898 und 1900) nachzuweisen suchte: nämlich auf äußerst kleinen, leeren (resp. gaserfüllten) Hohlräumchen, welche die krystallinische Substanz in bestimmter Anordnung durchsetzen. Die Beobachtung solcher Sprungsysteme, wie die oben geschilderten, und ihrer optischen Eigenschaften macht ja einen solchen Gedankengang noch verlockender. Denn denken wir uns solche Hohlräume nach außen abgeschlossen und für Flüssigkeiten unzugänglich, so würde sich die von ihnen durch-

setzte Substanz ganz wie eine doppelbrechend krystallinische verhalten.

Auch in dieser Hinsicht erscheinen mir daher die eigentümlichen Erscheinungen der Sprungfiguren nicht ohne Interesse. Ob sich jedoch eventuell auf diesen Grundlagen etwas tiefer in die Geheimnisse der krystallinischen Körper eindringen läßt, oder ob es sich nur um scheinbare Ähnlichkeiten ohne tiefere Übereinstimmung handelt, dies zu prüfen, muß ich den Fachmännern anheimgeben.

Anhang.

Es sei mir gestattet, an die Schilderung der seltsamen und zum Teil geometrisch höchst regelmäßigen Sprungfiguren einige in das philosophische Gebiet reichende Betrachtungen anzuknüpfen, wozu sie anregen, wie ich schon oben gelegentlich betonte.

In Kant's Kritik der Urteilskraft[1] (p. 243ff.) findet sich eine Erörterung darüber, unter welchen Bedingungen ein Ding „seinen Ursprung nicht im Mechanismus der Natur, sondern in einer Ursache, deren Vermögen zu wirken durch Begriffe bestimmt wird", finde. Ich bemerke dazu gleich, daß uns nur eine Ursache, welche das Vermögen besitzt, durch Begriffe zu wirken, aus der Erfahrung bekannt ist; diese Ursache ist ein Mensch mit seinem psychischen Vermögen. Alle sonstigen derartigen Ursachen, welche wir eventuell nach Analogie mit dem Menschen zur Erklärung gewisser Dinge oder Erscheinungen einführen, sind daher Hypothesen, deren Berechtigung hier nicht weiter erörtert werden soll. *Kant* sucht nun seine Ansicht weiterhin durch folgendes Beispiel zu erläutern:

> „Wenn jemand in einem ihm unbewohnt scheinenden Lande eine geometrische Figur, allenfalls ein reguläres Sechseck, im Sande gezeichnet wahrnähme, so würde seine Reflexion, indem sie an einem Begriffe derselben (d. h. wohl der Figur!) arbeitete, der Einheit des Prinzips der Erzeugung desselben (wessen? des Begriffs?), wenngleich dunkel, vermittelst der Vernunft inne werden und so dieser gemäß den Sand, das

[1] Herausgeg. von *J. H. v. Kirchmann* (Philos. Biblioth. Bd. 9. Berlin 1869).

benachbarte Meer, die Winde, oder auch Tiere mit ihren Fußtritten, die er kennt, oder jede andere vernunftlose Ursache nicht als einen Grund der Möglichkeit einer solchen Gestalt beurteilen; weil ihm die Zufälligkeit mit einem solchen Begriff, der nur in der Vernunft möglich ist, zusammenzutreffen, so unendlich groß scheinen würde, daß es ebensogut wäre, als ob es dazu gar kein Naturgesetz gebe, daß folglich auch keine Ursache in der bloß mechanisch wirkenden Natur, sondern nur der Begriff von einem solchen Objekt (d. h. des Sechsecks), als Begriff, den nur die Vernunft geben und mit demselben den Gegenstand vergleichen kann, auch die Kausalität zu einer solchen Wirkung enthalten, folglich diese durchaus als Zweck, aber nicht Naturzweck, d. i. als Produkt der Kunst, angesehen werden könne (vestigium hominis video)".

Hierzu wäre zunächst etwa folgendes zu bemerken. Der langen Rede kurzer Sinn ist in dem lateinischen Schlußsatz enthalten. Zur Erklärung des Sechsecks im Sande würde die reflektierende Urteilskraft die naheliegende Hypothese aufstellen, daß ein Mensch, in dessen geistigem Vermögen die Vorstellung (oder der Begriff) des Sechsecks enthalten ist, die Figur ausgeführt habe. Daß hierbei etwas aprioristisches die reflektierende Urteilskraft leite, wie *Kant* meint, ist nicht erforderlich. Denn schon die Art, wie *Kant* dies an anderem Ort darstellt, scheint mir unzutreffend. Nach ihm wird „die Zusammenstimmung der Natur zu unserem Erkenntnisvermögen von der Urteilskraft, zum Behufe ihrer Reflexion über dieselbe (Natur) nach ihren empirischen Gesetzen (der Natur) a priori vorausgesetzt". „A priori voraussetzen" scheint mir nun ein Widerspruch gegen den Begriff des Apriori, wie ihn *Kant* z. B. bei der Beurteilung von Raum und Zeit, sowie der Kategorien des Verstandes handhabt. Der Verstand, resp. das Anschauungsvermögen setzt doch Raum und Zeit nicht voraus, um seine Anschauungen zu ordnen. Voraussetzen ist ein bewußter Akt, ein hypothetischer. Die Zusammenstimmung der Natur zu unserem Erkenntnisvermögen, die Ordnung in der Natur, bedarf, um erkannt zu werden, keiner aprioristischen Voraussetzung der Urteilskraft über ihr Vorhandensein; denn ist sie vorhanden, so wird sich diese Ordnung auch in den Begriffen unseres Verstandes wiederfinden, wo nicht, nicht.

In obigem, etwas dunkel vorgetragenen Beispiel von dem Sechseck im Sande eines unbewohnt scheinenden (!) Landes, heißt es, daß „der Begriff des Sechsecks, als Begriff, den nur die Vernunft gebe und mit demselben den Gegenstand vergleichen kann, auch die Kausalität zu einer solchen Wirkung enthalte". Hierzu wäre zu bemerken, daß nicht der Begriff des Sechsecks Causa desselben ist, auch nicht der Begriff des Sechsecks im Geiste jenes Menschen, welcher das Sechseck ausgeführt haben mag, sondern dieser Mensch ist die Causa des Sechsecks, und die psychische Ursache oder das Motiv seines Handelns ist auch nicht der Begriff des Sechsecks, sondern irgendeine uns unbekannte Absicht, die er mit dieser Handlung erreichen wollte. Der Begriff (resp. die bloße Vorstellung des Sechsecks) dagegen ist Grund oder Bedingung für das Zustandekommen der Wirkung. Möglicherweise könnte dieselbe zwar auch absichtslos, instinktiv oder reflektiv bei lebhafter Vorstellung des Sechsecks eingetreten sein.

Nebenbei möge hier bemerkt werden, daß der Begriff des Sechsecks nicht als „etwas, das nur Vernunft geben kann", anzusehen ist, denn Vernunft ist, wie *Kant* p. 243 nicht unrichtig angibt, „das Vermögen, nach Zwecken zu handeln (ein Wille)". Richtiger hieße es zwar: „nach Zwecken mit sachgemäßer Wahl der Mittel zu handeln". Denn dies ist, was man im allgemeinen unter „vernünftig" versteht; wobei dann noch weiterer Beurteilung unterliegt, ob die angestrebten Zwecke, als solche, für höhere und allgemeinere Zwecke des Handelnden sachgemäß, d. h. vernünftig, erscheinen.

Wir sehen also, die Urteilskraft stellt die Hypothese auf, daß jenes Sechseck im Sande von einem Menschen ausgeführt sei. Ob diese Hypothese wahrscheinlicher oder unwahrscheinlicher ist, hängt ganz von den weiteren Umständen ab. Würde ich einem mit der Sachlage Unbekannten eine der oben erörterten Platten (s. p. 664) mit jenen sehr regelmäßigen, aus Radiärsprüngen hervorgegangenen geometrischen Figuren: Dreiecken, Quadraten, Penta- und Hexagonen vorlegen, so würde er auch zunächst auf die hypothetische Erklärung verfallen, daß die Figuren von einem Menschen ausgeführt worden wären. Die Hypothese über die menschliche Herkunft des Sechsecks im Sande wird um so unwahrscheinlicher, je geringer die Wahrscheinlichkeit wird, daß

Menschen je den fraglichen Strand betraten; und wenn wir sicher darüber wären, daß dies nie und zu keiner Zeit der Fall war, so müßten wir nach *Kant* die Hypothese einer nichtmenschlichen Vernunft zu Hülfe nehmen, oder die teleologische Auffassung, daß das Sechseck „als Naturzweck von sich selbst (obgleich in zweifachem Sinne) Ursache und Wirkung sei" (*Kant*, p. 244). Nun in diesem Falle würden sich doch wohl wenige entschließen, diese Möglichkeit anzunehmen, und es vorziehen, dies Sechseck als ein Zufallsspiel mechanisch wirkender Naturvorgänge zu betrachten; auch wenn uns das Nähere über seine Entstehung stets dunkel bliebe. *Kant* machte geradezu die „Zufälligkeit der Form" gewisser Naturprodukte zu einem Kriterium für ihre teleologische Beurteilung, während ihm im Gegensatz dazu die Zufälligkeit, mit einem Begriff zusammenzutreffen, der nur in der Vernunft möglich ist, für die teleologische Beurteilung des Sechsecks maßgebend ist. — Vorstehende Untersuchungen haben erwiesen, daß geometrisch regelmäßige Figuren auch „in der bloß mechanisch wirkenden Natur" durchaus möglich sind, was ja die Krystalle schon längst deutlich zeigten, auch wenn ihre Rückführung auf mechanisch verständliche Vorgänge vorerst fehlt. Warum diese nicht auch teleologischer Betrachtung unterworfen werden, ist eigentlich nicht verständlich, indem das Einsehen ihrer Notwendigkeit doch in den einzelnen Fällen für sie geradeso unmöglich ist wie bei den Organismen. — Fernerhin aber finden sich in den Formen der Natur die seltsamsten Zufälligkeiten, Nachahmungen von Menschen- und Tiergestalten durch Felsen und Berge, häufig von frappanter Übereinstimmung und sonstige Lusus naturae, auf die selbst der kühnste Teleologe die teleologische Betrachtung nicht anwenden wird.

Literatur.

1900. *Bütschli, O.* Untersuchungen über Strukturen. Mit Atlas.

1898. *Bütschli, O.* Untersuchungen über Mikrostrukturen des erstarrten Schwefels etc. 4 Tafeln.

1900. *Hinterberger, H.*, Über das Verhalten von Lacküberzügen auf quellender Gelatine. „Camera obscura". Heft 18. Dezb. 1900.

1899. *Rhumbler, L.*, Über eigentümliche spirale Sprungfiguren in Hühnereiweiß, welches auf einer festen Unterlage eintrocknet. Physikalische Zeitschrift. 1. Jahrg.

C. F. Winter'sche Buchdruckerei.

II. Band, 1. Heft. Engler, Adolf, Bemerkungen über Schonung und verständige Ausnützung der einzelnen Vegetationsformationen Deutsch-Ostafrikas. — **Brauer, A.,** Der Stand der Viehseuchen im Plantagengebiete Ost-Usambaras. — **Zimmermann, A.,** Untersuchungen über tropische Pflanzenkrankheiten. Erste Mitteilung. Mit Tafel I—IV. 2 M.

— **2. Heft.** Auszüge aus den Berichten der Bezirksämter, Militärstationen und anderer Dienststellen über die wirtschaftliche Entwicklung im Berichtsjahre vom 1. April 1902 bis 31. März 1903. 1. M. 60 Pf.

In Vorbereitung:

— **3. Heft. Lindner, Fritz,** Über den Tabakbau im Gebiet der Matakaleute (Bezirk Lindi). — **Gruber, Kurt,** Über einige auf den Kautschukpflanzungen Barikiwa-Liwale bei dem Anbau von *Manihot Glaziovii* gemachten Erfahrungen. — **Tornau, F.,** Die geologischen und hydrographischen Verhältnisse an der Karawanenstraße Kilwa-Songea.

Das Verbrechen und seine Bekämpfung.

Kriminalpsychologie für Mediziner, Juristen und Soziologen, zugleich ein Beitrag zur Reform der Strafgesetzgebung

von Professor Dr. G. Aschaffenburg,

leitendem Arzte an der Beobachtungsabteilung für geisteskranke Verbrecher in Halle a. S. gr. 8°. geheftet 6 M., fein Leinwandband 7 M. — Ein Werk von allgemeinster Bedeutung.

Aschaffenburg ist der erste deutsche Schriftsteller, der den kühnen Wurf gewagt hat. Er gibt uns das System einer auf wissenschaftlicher Grundlage ruhenden Kriminalpolitik. Da ich selbst seit über einem Jahrzehnt in meinen öffentlichen Vorlesungen, früher in Halle, jetzt in Berlin, dieselbe Aufgabe mir gestellt habe, ohne zu einer mich befriedigenden Lösung zu gelangen, so glaube ich zu einem Urteil über das Buch berechtigt zu sein. Ich kann es in wenigen Worten zusammenfassen: wir haben es mit einer bahnbrechenden Leistung zu tun. Das heißt: der Verfasser hat uns den Weg zum Ziel gewiesen; das Ziel selbst hat er noch nicht erreicht. . . . Er hat, in deutscher Sprache als der erste, ein Gebiet der streng wissenschaftlichen Bearbeitung gewonnen, das bis dahin der Tummelplatz dilettantischer Versuche gewesen ist. Er hat den Grundriß entworfen, nach dem der Bau der neuen Wissenschaft aufgeführt werden kann; und er hat, an der Hand dieses Grundrisses, den Rohbau aufgeführt. Es wird seinen Nachfolgern nicht schwer fallen, neues Baumaterial herbeizuschaffen, im einzelnen auszugestalten, was er nur angedeutet hat, und den Rohbau nach innen wie außen der Vollendung entgegenzuführen. Sein Buch ist die wertvollste von allen Vorarbeiten für das künftige deutsche Strafgesetzbuch. Dieses Verdienst wollen wir jetzt dem Mediziner neidlos zuerkennen. (**F. von Liszt** in der Deutschen Literaturzeitung.)

Aschaffenburg, der lange Zeit hindurch über den Gegenstand seines Buches Vorlesungen an der Universität in Heidelberg gehalten hat, beherrscht die juristischen Anschauungen in einem bei einem Mediziner seltenen Maße. Zudem hat er das statistische Material mit großer Gründlichkeit und sorgsamer Übersicht benutzt — sein Buch kann geradezu als mustergültig bezeichnet und allen, die sich für kriminalpolitische Fragen interessieren, nicht dringend genug empfohlen werden. . . . Mehr als diese trockene Inhaltsübersicht gestattet der hier zur Verfügung stehende Raum nicht. Sie wird auch genügen, um ein Bild von dem Reichtum des Inhalts der Aschaffenburgschen Arbeit zu geben. Fülle des Stoffes in kurzer, alles Überflüssige vermeidender Darstellung, Sachkenntnis und Vorsicht des Urteils zeichnen sie aus. An Widerspruch wird es in manchen Punkten nicht fehlen, aber auch der Gegner wird von dem Buche nicht scheiden, ohne reiche Anregung und Belehrung empfangen zu haben. Wer mit den Grundanschauungen übereinstimmt, wird dem Verfasser erst recht für das Dargebotene dankbar sein.

(**K. von Lilienthal** in der Zeitschrift für die gesamte Strafwissenschaft.)

Inhalt.

Seite

Salomon, Wilhelm, und Nowomejsky, M., Die Lagerungsform des Amphibolperidotites und Diorites von Schriesheim im Odenwald 633

Bütschli, O., Beobachtungen über eigentümliche Sprungsysteme von großer geometrischer Regelmäßigkeit 653

Vereinsnachrichten XI

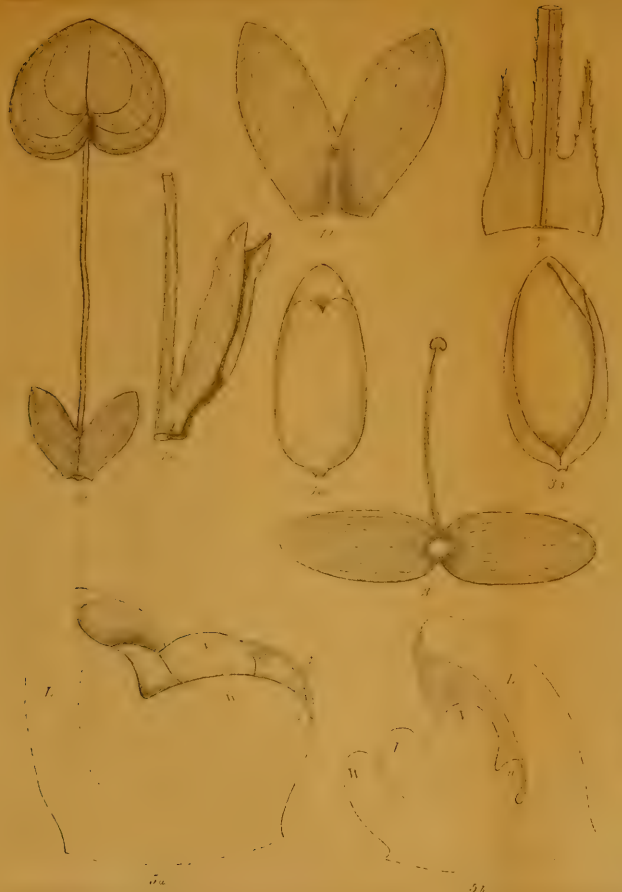
Verzeichnis der vom 11. April 1902 bis 1. April 1904 eingegangenen Druckschriften XIV

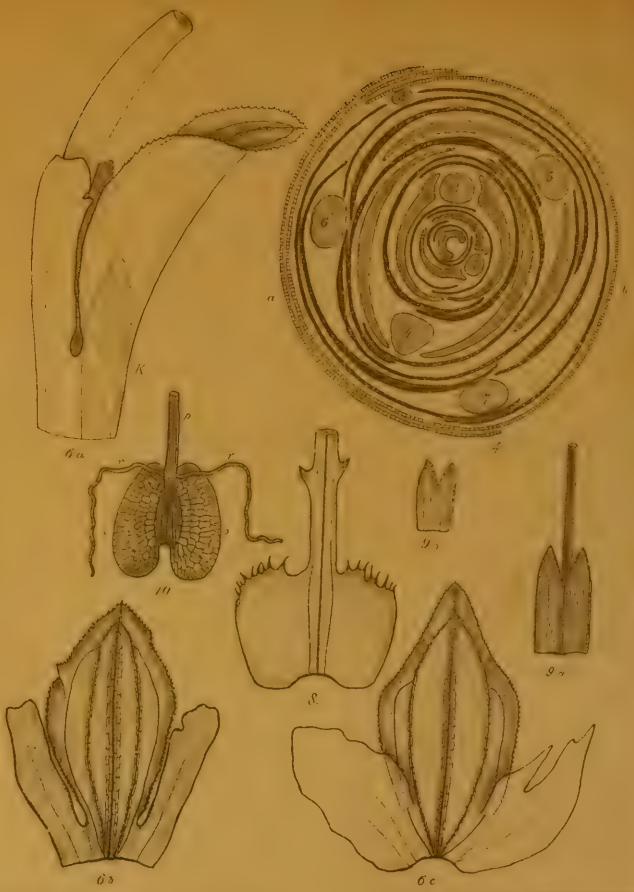
Mitgliederverzeichnis. Stand vom 10. April 1904 XXII

Die **Gesamtsitzungen** des **Naturhistorisch-Medizinischen Vereins** finden, mit Ausnahme der Ferienmonate, regelmäßig am ersten Freitag jedes Monats statt und werden den Mitgliedern jeweils besonders angezeigt.

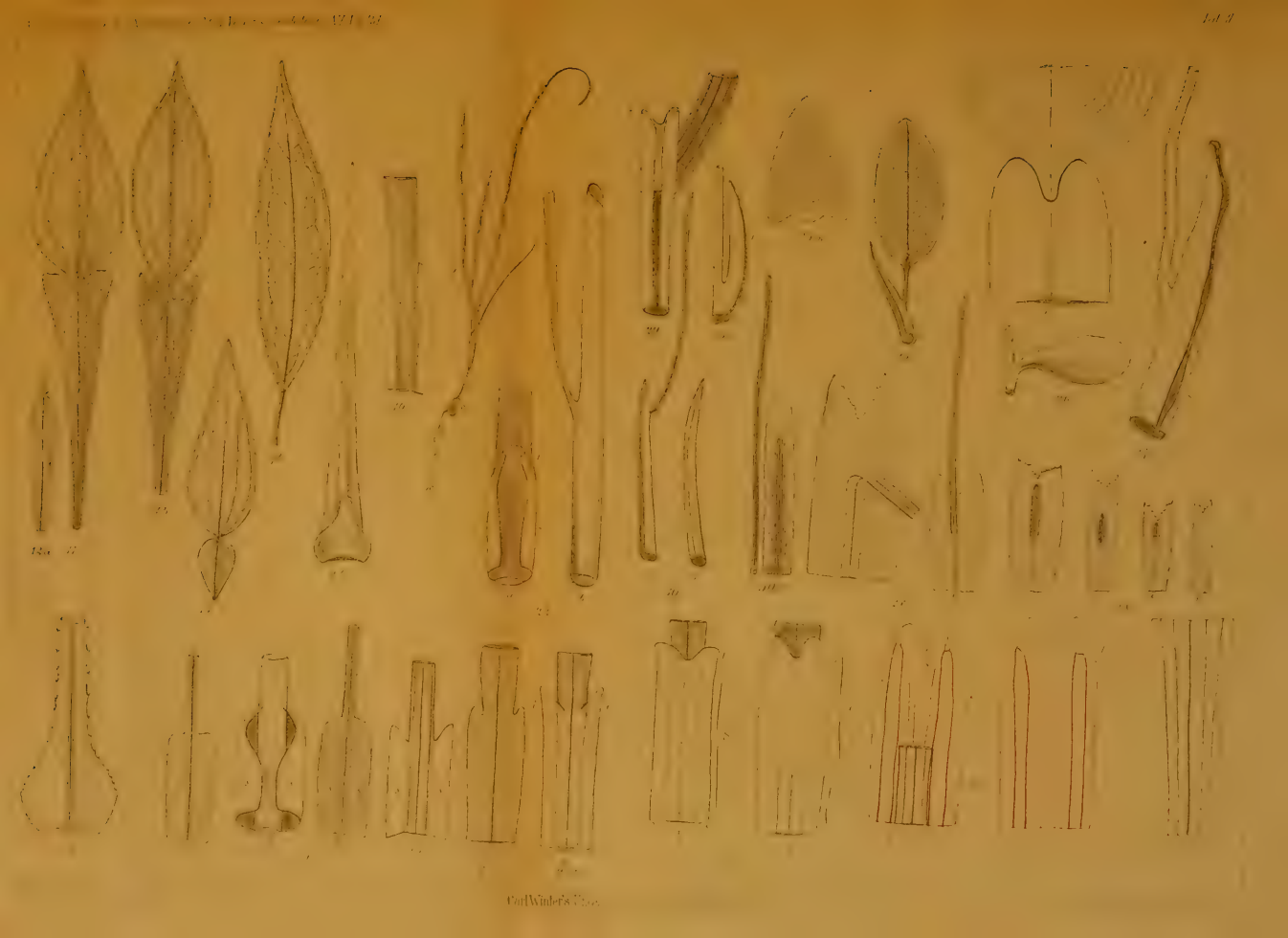
Von den in den **Verhandlungen** abgedruckten Arbeiten werden den Verfassern 100 Sonderabzüge unentgeltlich geliefert. **Manuskriptsendungen** bittet man an den Schriftführer Prof. **A. Schuberg**, Werderstraße 32, zu richten.

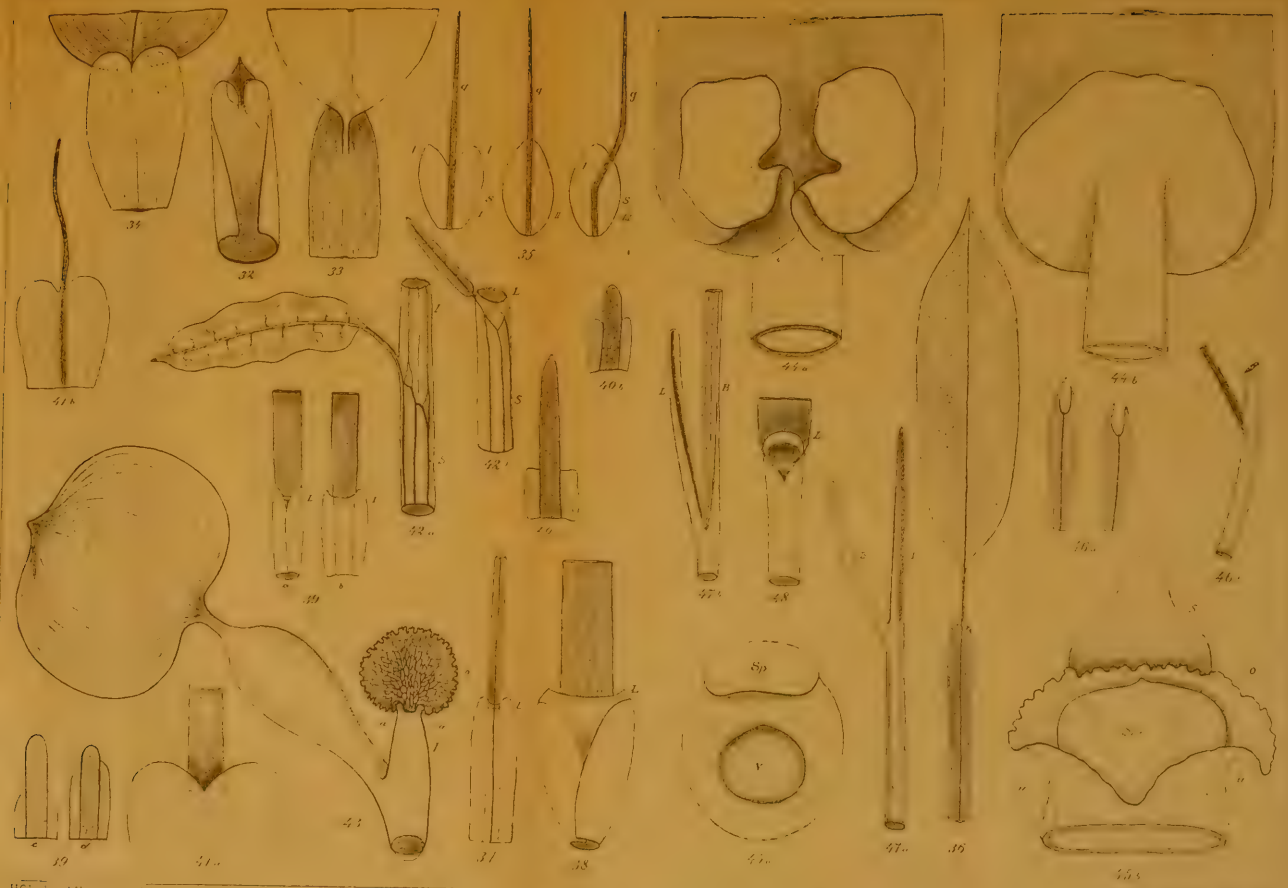
C. F. WINTER'SCHE BUCHDRUCKEREI





Carl Winter's Universitätsbuchhandlung in Heidelberg.

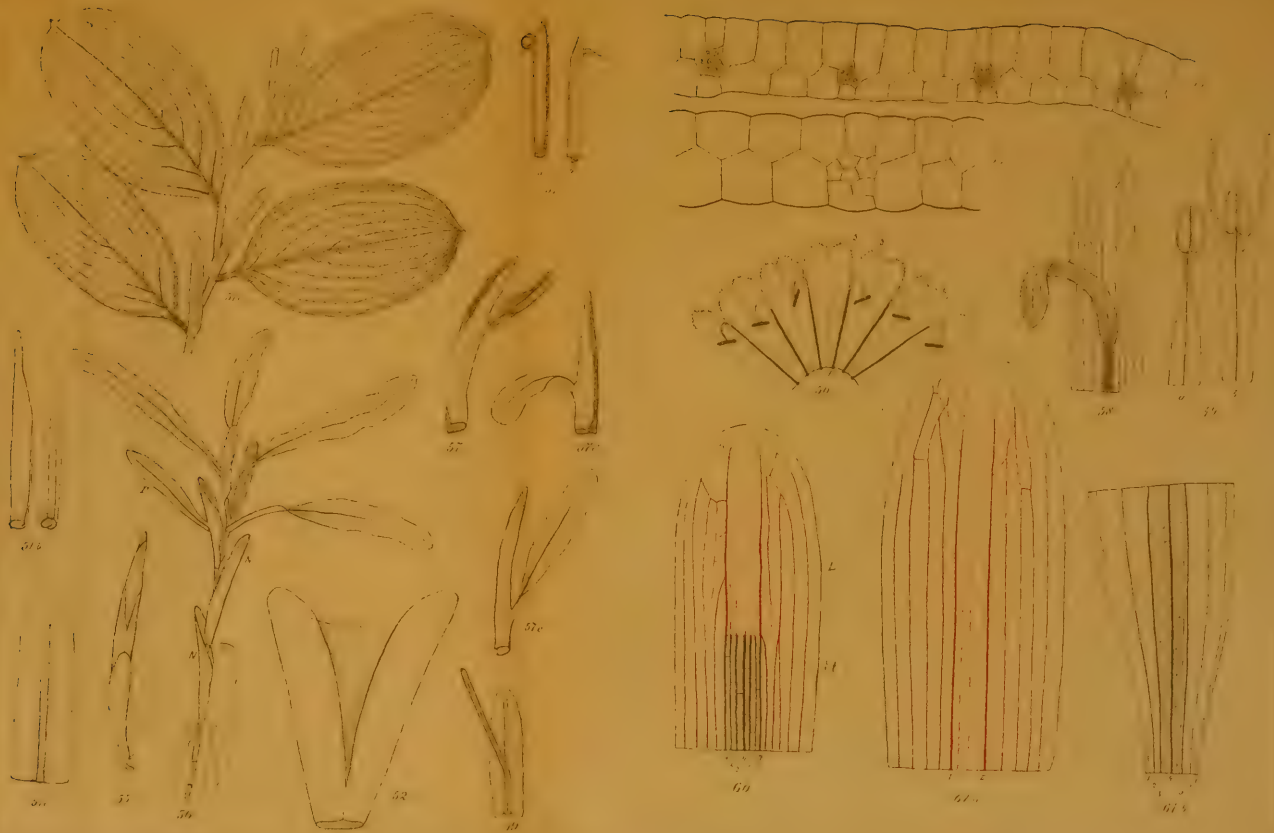




H. Glück n. d. Natur gez. u. lith.

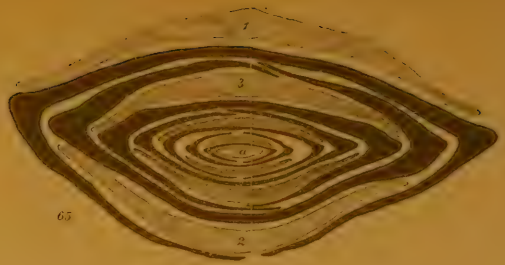
Carl Winter's Universitätsbuchhandlung in Heidelberg.

Lith. Wm. Hawertier Heidelberg.


51b
51c
52
56
57
57c
59
60
61
58
49
L

66

67



65

64

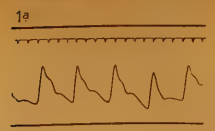
62

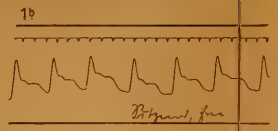
63

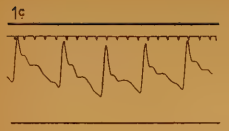
68

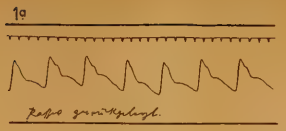
Carl Winter's U.

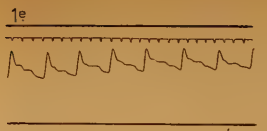
Carl Winter's Druck.

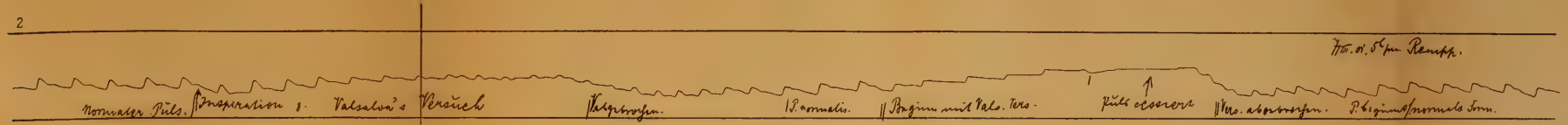


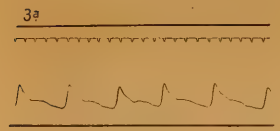


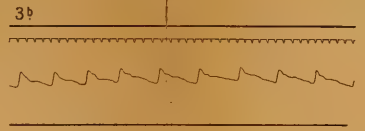


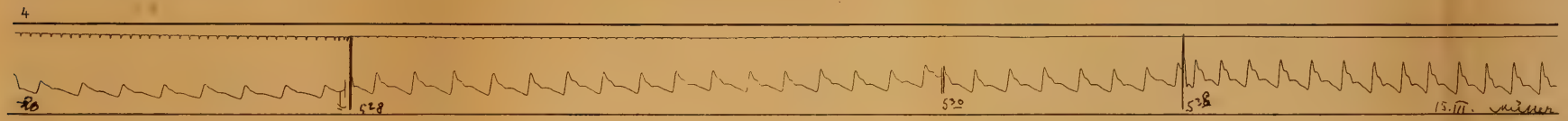


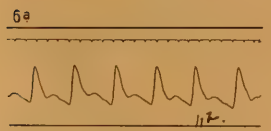


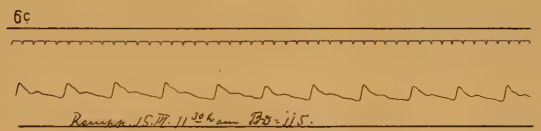


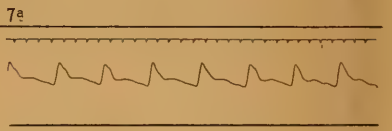




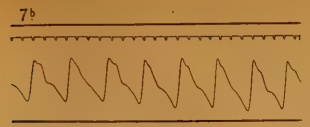


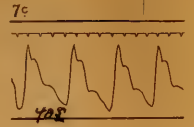


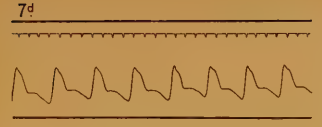


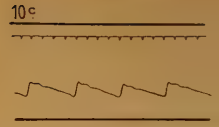


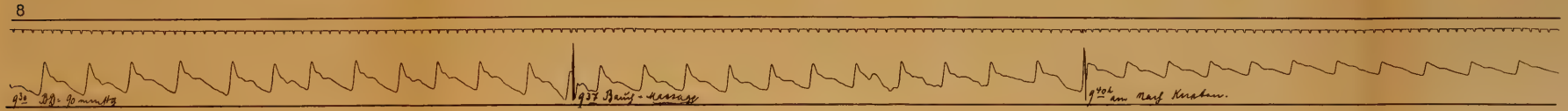
Carl Winter's Universitätsbuchhandlung in Heidelberg.

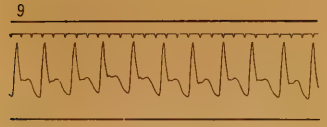


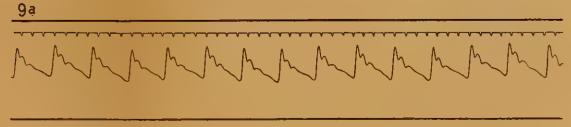


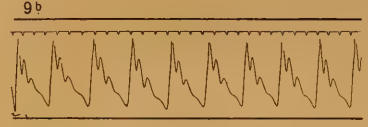


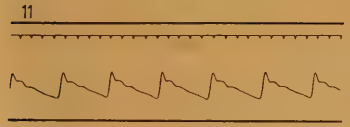


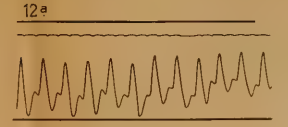


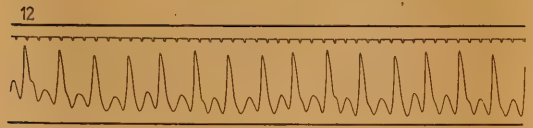


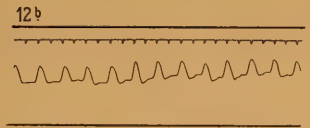


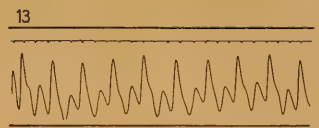


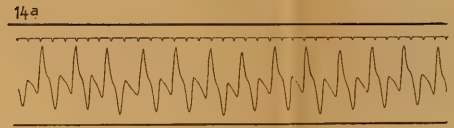






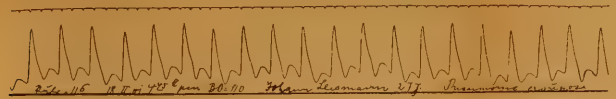




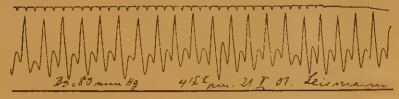


Carl Winter's Universitätsbuchhandlung in Heidelberg

14



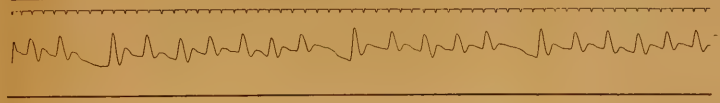
14b



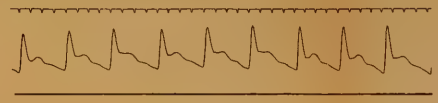
14c

14d

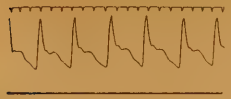
14e



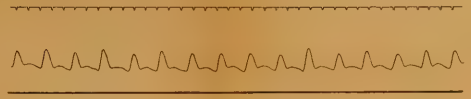
14f



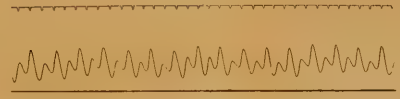
14g



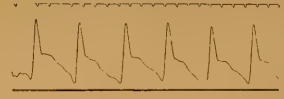
15



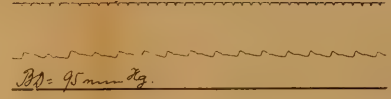
15a



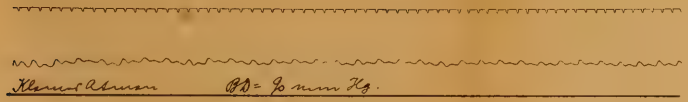
15b



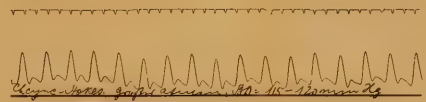
15c



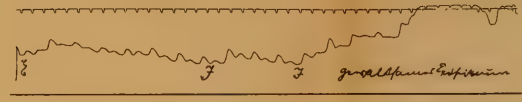
15d



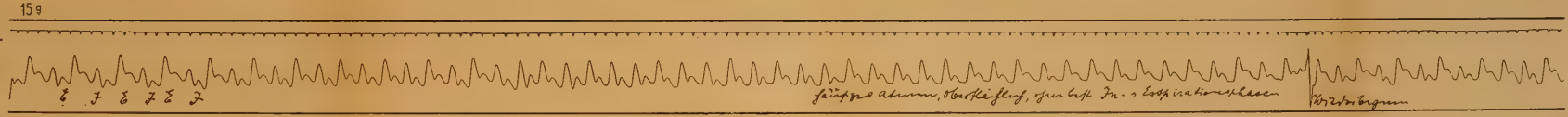
15e



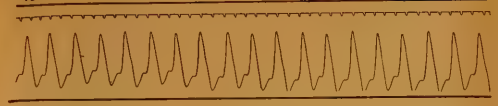
15f



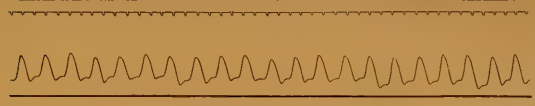
15g



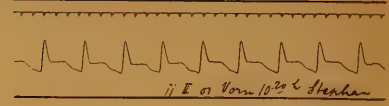
16



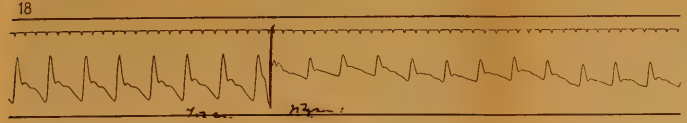
16a



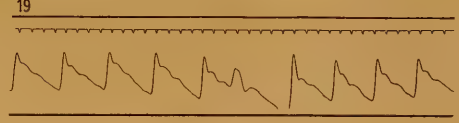
17



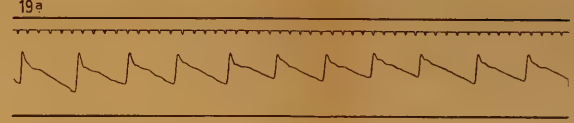
18



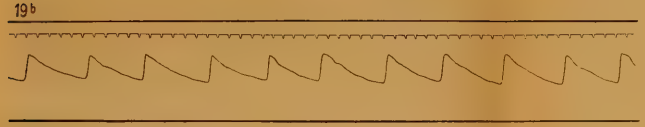
19



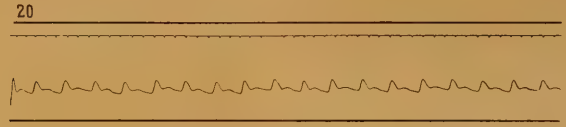
19a



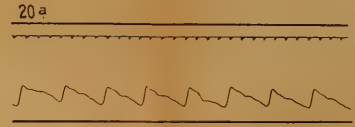
19b



20



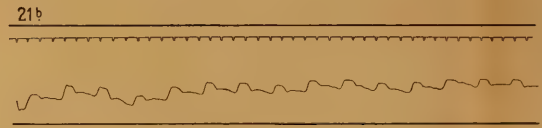
20a



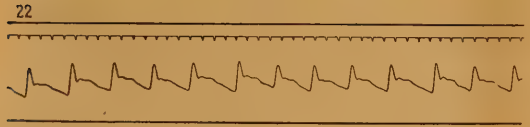
21

21a

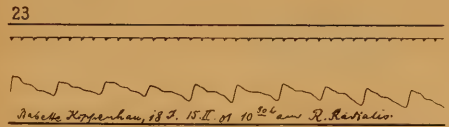
21b



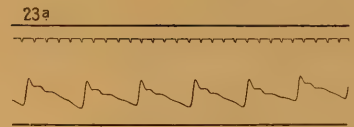
22



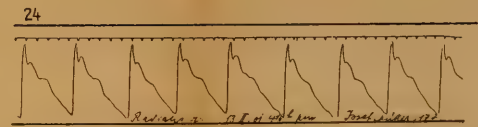
23



23a

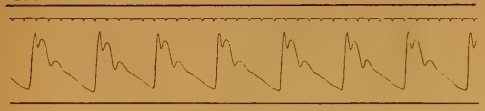


24

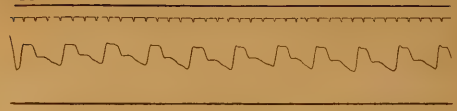


25

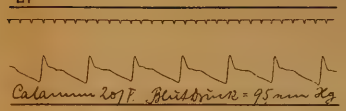
25a



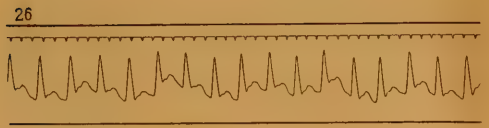
25b



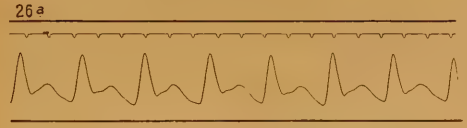
27



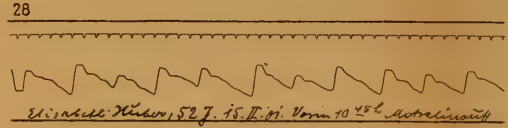
26



26a

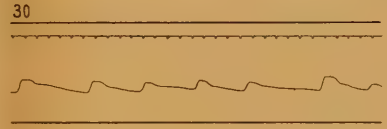


28

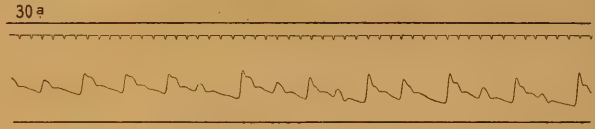


29

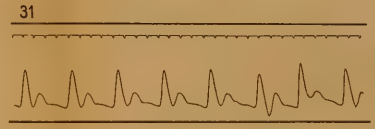
30



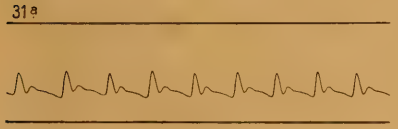
30a



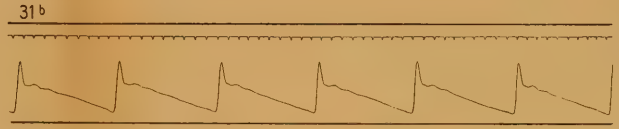
31



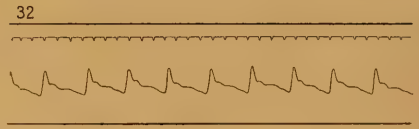
31a



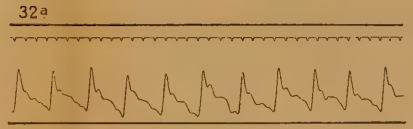
31b



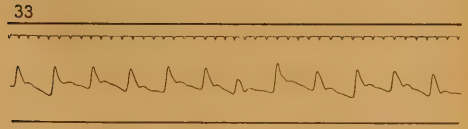
32



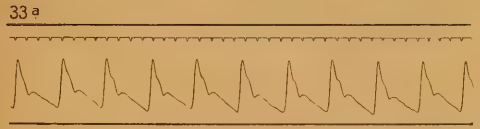
32a



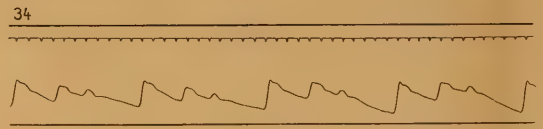
33



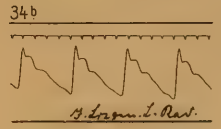
33a



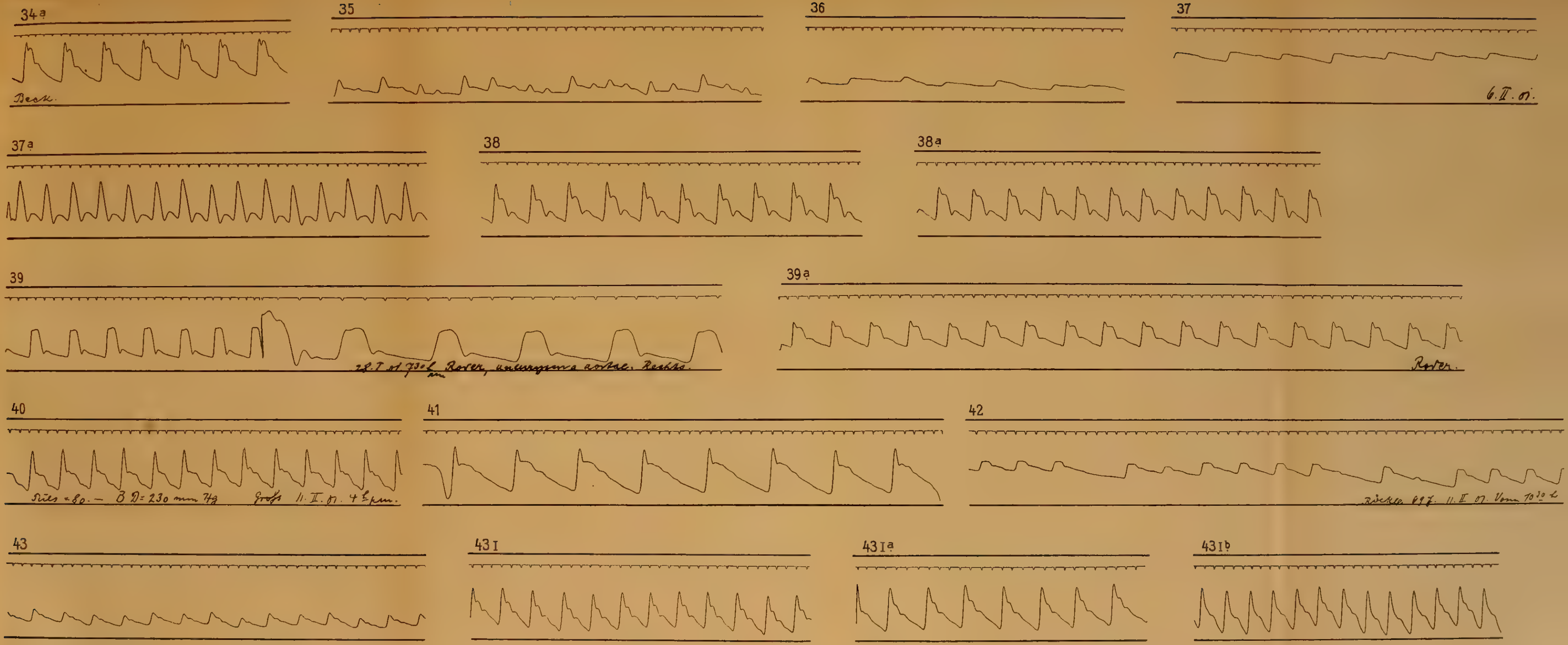
34



34b

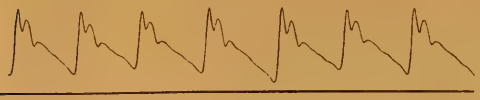


Carl Winter's Universitatsbuchhandlung in Heidelberg

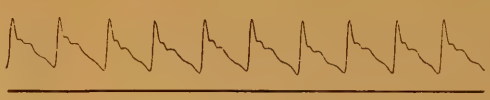


Carl Winter's Universitätsbuchhandlung in Heidelberg.

44



45



45a

46

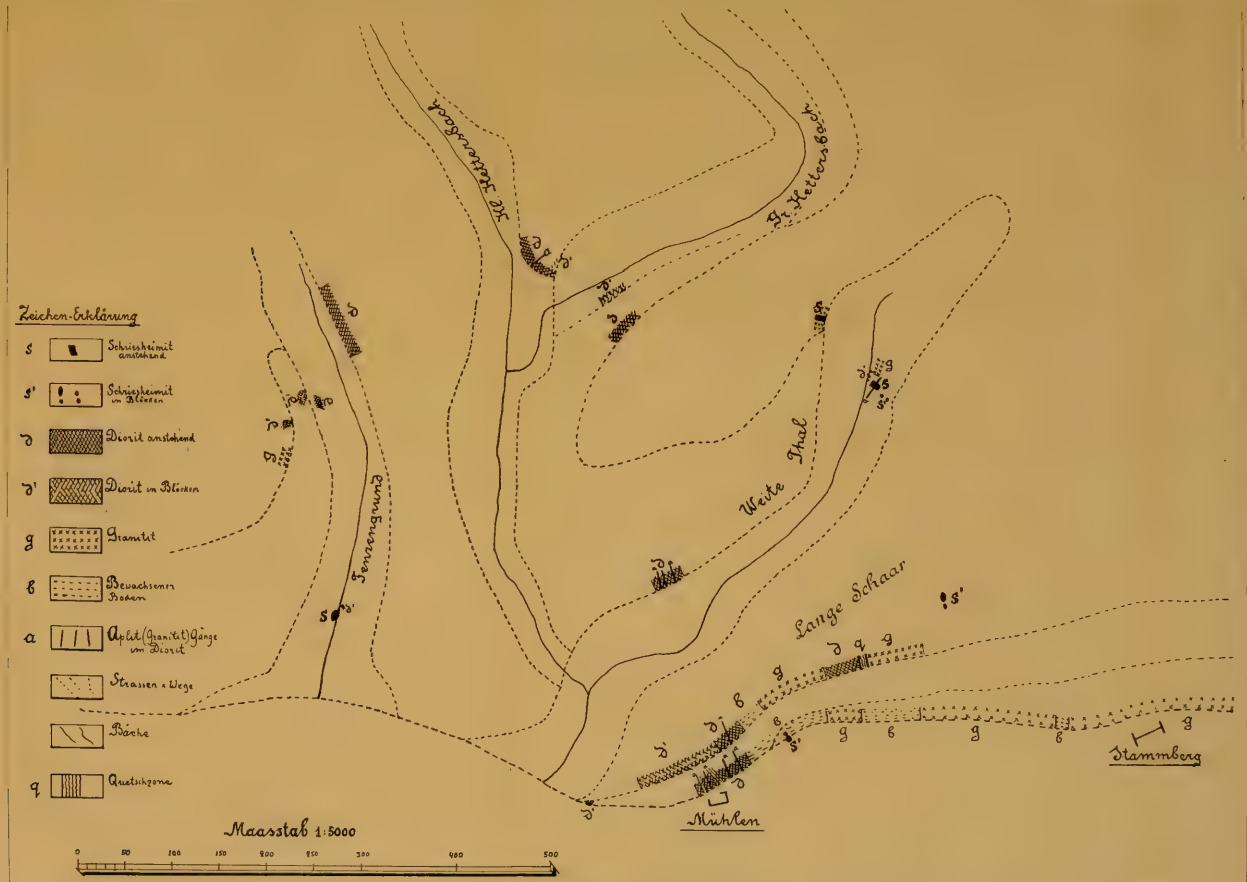
46a

47

47a

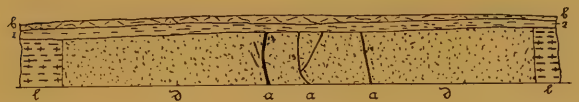
47b

Carl Winter's Universitätsbuchhandlung in Heidelberg.

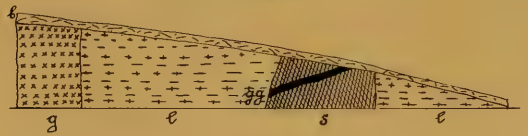


Carl Winters Universitätsbuchhandlung in Heidelberg.

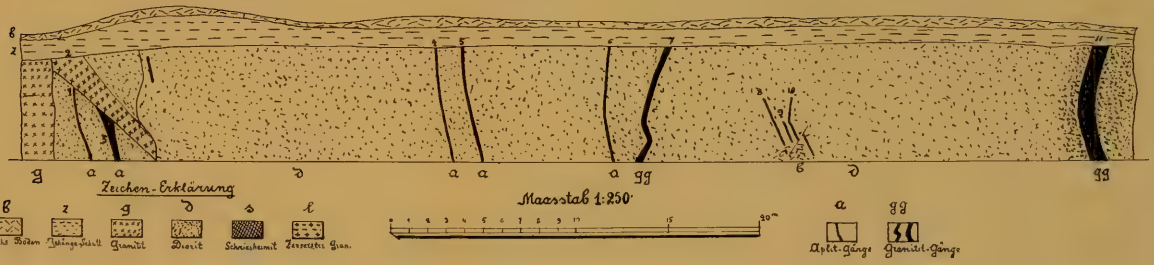
Profil I



Profil II



Profil III



3 2044 106 304 637